COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Partage de la force vive due à un mouvement vibratoire composé, en celles qui seraient dues aux mouvements pendulaires simples et isochrones composants, de diverses périodes et amplitudes. Partage du travail dû au même mouvement composé, entre deux instants quelconques, en ceux qui seraient dus aux mouvements composants* (première Partie); *par* **M. DE SAINT-VENANT.**

« 1. Les deux théorèmes de partage de force vive et de partage de travail qui sont compris dans l'énoncé ci-dessus se trouvent démontrés, avec plusieurs autres, dans un Mémoire de M. Lucas, présenté le 29 avril 1872 (*), avec développements fournis le 3 octobre, sur lequel il doit être fait aujourd'hui même un Rapport (**).

» Ils se rattachent à une branche de la Mécanique, qui, entre les mains des physiciens, acquiert de plus en plus d'importance. Déjà, même, l'auteur d'un traité récent et justement estimé de la *Théorie de la chaleur* a jugé devoir établir, dans ses préliminaires, un théorème qui leur est analogue (***),

---

(*) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1176.

(**) *Voir* plus loin, p. 1463.

(***) *Théorie mécanique de la chaleur*, par M. Briot, 1869; n° 23.

vrai seulement d'une manière approximative et relatif aux valeurs *moyennes* des forces vives vibratoires, prises pour un temps comprenant un nombre assez grand de périodes vibratoires pour qu'on puisse négliger la fraction de période qui le complète.

» Je crois donc utile de donner ici, des deux théorèmes en question, pris dans toute leur rigueur ou pour les mouvements réels et de chaque instant, et non pour des mouvements moyens, des démonstrations spéciales, en d'autres termes que ceux de M. Lucas et en m'abstenant de l'emploi de dénominations non encore acceptées, dont il propose l'introduction.

» 2. Rappelons d'abord que le premier de ces deux théorèmes, celui du partage ou de la décomposition de la force vive vibratoire totale en celles qui seraient dues aux mouvements pendulaires composants, a été constaté et démontré, dans quatre Notes de 1865 et 1866, pour une série de cas de mouvements de tiges ou de systèmes de tiges élastiques, ayant la forme soit de prisme, soit de pyramide tronquée, unies ou non à des masses censées rigides, comme celles qui étaient supposées les avoir heurtées longitudinalement ou transversalement, en leur imprimant à la fois des vibrations complexes et un mouvement de translation ou de rotation (*).

» En général, il est évident que la force vive d'un système due à des vitesses résultant d'autres vitesses, ou dont les projections sur trois axes rectangulaires sont les sommes des projections d'un nombre quelconque de vitesses dites composantes, est bien égale à la somme de toutes les forces vives dues à celles-ci, mais pourvu qu'on y ajoute trois autres sommes, où les carrés des vitesses sont remplacés par les *doubles produits*, deux à deux, des projections, de mêmes directions, de leurs diverses composantes.

» Or dans les solutions citées, de 1865 et 1866, de problèmes de vibrations dépendant de l'intégration d'équations aux dérivées partielles du deuxième et du quatrième ordre, je trouvais que ces termes étrangers aux forces vives, contenant les masses des éléments affectées des doubles produits des vitesses composantes, disparaissaient constamment quand on en faisait la somme pour toute la masse du système vibrant. Cette annulation de leur somme s'opérait en vertu de la relation générale que l'on écrit ordi-

(*) Premier, deuxième, troisième et quatrième complément à un Mémoire du 4 août 1857, sur l'impulsion des barres élastiques, aux *Comptes rendus*, 9 janvier, 10 avril (surtout), 3 juillet (*Idem*) 1865 et 15 janvier 1866; t. LX, p. 42, 732; t. LXI, p. 33; t. LXII, p. 180; et aussi les *Mondes*, 4 mai 1865, t. VIII, p. 21.

nairement dans l'analyse des solutions de ces sortes de problèmes

(1) $$\int X'X''dM = 0,$$

parce qu'elle y exprime la nullité de l'intégrale, étendue à toute la masse M, des produits de ses éléments dM par deux valeurs différentes, X' et X'', de ces fonctions transcendantes X des coordonnées qui affectent les divers termes périodiques des séries trigonométriques fournissant les petites excursions des points en fonction du temps et des coordonnées d'équilibre; relation à l'aide de laquelle, comme on sait, l'on élimine, par une simple intégration, tous les termes de ces séries, hors un, quand il s'agit de déterminer leurs coefficients de manière à satisfaire aux conditions initiales (*).

» Mais une démonstration générale du théorème manquait. Celle de M. Lucas, qui va être résumée, me paraît applicable à tout système animé de petites vibrations sous l'empire de forces comme la nature habituellement en offre.

» 3. Quant au second des deux théorèmes, celui de l'égalité du travail produit par un mouvement composé, à la somme des travaux dus aux mouvements composants, il était connu sans doute, et il est même évident lorsque les forces en jeu *restent constantes* de grandeur et de direction pendant qu'elles opèrent les travaux; car l'espace parcouru, regardé comme *résultant* de plusieurs autres, a pour projection, sur la direction de chaque force, la somme algébrique des projections de ceux-ci. Mais il n'est ni évident, ni même vrai en général, quand les forces varient d'un instant à l'autre, comme font les forces *intérieures* ou s'exerçant réciproquement entre les points d'un système vibrant. Or M. Lucas a reconnu, ce qui est

---

(*) La relation en question, dans les problèmes résolus par Poisson (t. II du *Traité de Mécanique*, 1833, et Mémoire de 1828 au t. VIII de l'*Institut*), et dans divers Mémoires de MM. Liouville et Sturm (t. I et II du *Journal de Mathém.*), s'écrit plutôt $\int X'X''dx = 0$, parce qu'il n'y est question généralement que de tiges prismatiques vibrant isolément. Mais j'ai reconnu (surtout au 4e complément cité, 15 janvier 1866) que les termes qu'il faut changer au premier membre de cette égalité ou ceux qu'il faut y ajouter, soit quand le corps n'est pas prismatique, soit quand il y a des masses rigides qui y sont liées, etc., reviennent à ce qu'on a en mettant, au lieu de l'élément de longueur dx de la tige seule, l'élément dM de toute la masse du système, ce qui fait *rentrer dans la règle*, comme je disais alors, l'exception qui semble se présenter dans les cas de présence de ces masses regardées comme étrangères à la partie élastique du système.

Dans les problèmes aux différences partielles où la masse n'est pas en jeu, c'est par l'*élément de volume*, soit $2\pi x dx$ si le système est cylindrique, $4\pi x^2 dx$ s'il est sphérique, qu'il faut multiplier X'X''.

nouveau, que la même égalité des travaux réels à des sommes d'autres, ou la même décomposition d'un travail total effectif, avait constamment lieu pour les systèmes en vibration de faible amplitude, dans lesquelles les résultantes de forces agissant sur chaque molécule peuvent prendre toutes les grandeurs depuis zéro, c'est-à-dire depuis un état d'équilibre supposé stable, jusqu'aux états divers où elles ont des intensités finies quelconques.

» Il lui suffit, comme on va voir, pour obtenir ces deux théorèmes, d'appliquer celui des forces vives aux mouvements dont l'expression est comprise dans une intégrale générale non développée.

» 4. Lagrange (*) et ensuite Poisson (**) ont indiqué la composition de cette intégrale, qui résoudrait le problème des petites oscillations de points matériels, en nombre fini quelconque, sollicités par des forces tant intérieures qu'extérieures dépendant à la fois de leurs masses et de leurs distances tant entre eux qu'à des points fixes, ou, plus généralement, par des forces qui dépendent, et d'une manière continue, des coordonnées déterminant à chaque instant les situations de tous ces points.

» Si, de leurs situations d'équilibre où les coordonnées rectangles x, y, z de ces points m_1, m_2, m_3,... ont les valeurs a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2, a_3,..., ils passent à des situations très-voisines où l'on a $x = a_1 + u_1$, $y = b_1 + v_1$, $z = c_1 + w_1$, $x = a_2 + a_2$,..., les *déplacements* éprouvés u_1, v_1, w_1, u_2,... étant très-petits, en sorte que leurs carrés et produits, etc., puissent être négligés, les équations différentielles du mouvement du premier point, par exemple, s'établiront en égalant les intensités totales, telles que $m_1 \frac{d^2(a_1 + u_1)}{dt^2} = m_1 \frac{d^2 u_1}{dt^2}$, des forces qui le sollicitent dans la direction de chaque coordonnée au bout du temps t, aux seuls termes linéaires des développements de fonctions de $a_1 + u_1$, $b_1 + v_1$, $c_1 + w_1$, $a_2 + u_2$,..., ou en posant

$$(2)\quad \begin{cases} m_1 \frac{d^2 u_1}{dt^2} = A_1 u_1 + B_1 v_1 + C_1 w_1 + A_2 u_2 + B_2 v_2 + C_2 w_2 + A_3 u_3 + \ldots, \\ m_1 \frac{d^2 v_1}{dt^2} = \ldots, \\ m_1 \frac{d^2 w_1}{dt^2} = \ldots, \\ m_2 \frac{d^2 w_2}{dt^2} = \ldots, \end{cases}$$

(*) *Méc. anal.*, 2e partie, section VI, nos 1 à 14.

(**) *Mécanique*; 1833. *Lois générales des petites oscillations*, nos 544 à 547.

les coefficients A_1, B_1, C_1, A_2, ..., fonctions des coordonnées primitives et des masses, étant les valeurs, pour $x_1 = a_1$, $y_1 = b_1$, $z_1 = c_1$, $x_2 = a_2$,..., des dérivées premières des fonctions des $x_1, y_1, z_1, x_2, \ldots$ exprimant les intensités des forces.

» Ces équations linéaires du second ordre, qui sont au nombre de $3n$ s'il y a n points, sont résolues par les expressions

$$(3)\quad \begin{cases} u_1 = \lambda h_1 \cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \quad v_1 = \lambda k_1 \cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \quad w_1 = \lambda l_1 \cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ u_1 = \lambda h_2 \cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \quad v_2 = \ldots, \end{cases}$$

le paramètre principal s, et les constantes λ, ε étant les mêmes pour tous les points, tandis que les h, k, l sont d'autres paramètres ayant des grandeurs différentes d'un point à l'autre. Si, en effet, on met les valeurs (3) pour les u, v, w dans les $3n$ équations différentielles (2), toutes peuvent être divisées par $\lambda \cos(t\sqrt{s}+\varepsilon)$, et il reste un pareil nombre $3n$ d'équations algébriques

$$(4)\quad \begin{cases} -h_1 m_1 s = A_1 h_1 + B_1 k_1 + C_1 l_1 + A_2 h_2 + B_2 k_2 + C_2 l_2 + A_3 h_3 + \ldots, \\ -k_1 m_1 s = \ldots, \\ -l_1 m_1 s = \ldots, \\ -h_2 m_2 s = \ldots \end{cases}$$

du premier degré en h_1, k_1, l_1, h_2,.... En éliminant entre elles ces $3n$ paramètres inconnus moins un, celui-ci disparaît, et il ne reste qu'une équation en s du degré $3n$. Si s', s'', s''',... sont ses $3n$ racines, et si on les met successivement pour s dans les premiers membres des équations (4), on a, chaque fois, pour les $3n$ inconnues h_1, k_1, l_1, en prenant arbitrairement la valeur de l'une d'elles, des équations du premier degré fournissant un système de valeurs h'_1, k'_1, l'_1, h'_2,..., ou h''_1, k''_1,..., qu'on pourra mettre à la place de h_1, k_1,... dans les solutions particulières (3). Les intégrales générales s'obtiendront en ajoutant ensemble, pour chaque u, v ou w, toutes les valeurs particulières que ces $3n$ systèmes de valeurs des paramètres h, k, l auront fournies; ce qui donnera, pour les petits déplacements cherchés u, v, w, qu'ont éprouvés les n points m_1, m_2,... au bout du temps t,

$$(5)\quad \begin{cases} u_1 = u'_1 + u''_1 + u'''_1 + \ldots, \quad \text{où} \quad u'_1 = \lambda' h'_1 \cos(t\sqrt{s'}+\varepsilon'), \quad u''_1 = \lambda'' h''_1 \cos(t\sqrt{s''}+s''), \ldots, \\ v_1 = v'_1 + v''_1 + v'''_1 + \ldots, \quad v'_1 = \lambda' k'_1 \cos(t\sqrt{s'}+\varepsilon'), \quad v''_1 = \ldots, \\ w_1 = w'_1 + w''_1 + w'''_1 + \ldots, \quad w'_1 = \lambda' l'_1 \cos(t\sqrt{s'}+\varepsilon'), \quad w''_1 = \ldots, \\ u_1 = u'_2 + u''_2 + u'''_2 + \ldots, \quad \text{où} \quad u'_2 = \lambda' h'_2 \cos(t\sqrt{s'}+\varepsilon'), \quad u''_2 = \lambda'' h''_2 \cos(t\sqrt{s''}+\varepsilon''), \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

» Les $3n$ paramètres principaux s', ou s'', ou s''',..., communs à tous les points m_1, m_2,... du système, se trouvent, ainsi, déterminés par sa constitution, indépendamment de tout mouvement, c'est-à-dire par les masses et par les distances de ses points dans l'état d'équilibre; et il en est de même des $3n.3n = 9n^2$ paramètres h, k, l.

» Restent les $6n$ *constantes arbitraires d'intégration* λ', λ'',..., ε', ε'',.... On les déterminera, ou, ce qui revient au même, on déterminera les produits $\lambda'\cos\varepsilon'$, $\lambda'\sin\varepsilon'$, $\lambda''\cos\varepsilon''$, $\lambda''\sin\varepsilon''$,..., par les $6n$ équations du premier degré posées pour satisfaire à l'état pris pour initial, ou répondant à $t=0$ (et qui n'est pas nécessairement l'état où les forces se font équilibre sur chaque point). Il suffira, pour avoir ces équations, de faire $t=0$ dans celles (5) $a_1 = \ldots$, $v_1 = \ldots$, ainsi que dans celles qui résultent de leur différentiation par rapport à t, et de mettre, dans leurs premiers membres, les valeurs censées connues des déplacements ou *écarts* initiaux, et des vitesses initiales des points, dans le sens des coordonnées.

» Cela suppose qu'aucune des racines de l'équation en s n'est nulle.

» En se bornant aux combinaisons de masses et de forces pour lesquelles ces mêmes racines, toutes réelles, comme on sait, sont aussi toutes positives, on voit que l'équilibre dont on part est stable, ou que les excursions des points, autour des situations où il a lieu, peuvent rester très-petites; et que les mouvements effectifs résultent de la composition ensemble, ou de la superposition de $3n$ mouvements simples, rectilignes et isochrones ou *pendulaires*, dont chacun est représenté par un des termes u', u'',... ou v', v'',..., ou w', w'',..., et dont les périodes, communes à tous les points pour chaque mouvement simple, sont $\frac{2\pi}{\sqrt{s'}}$, $\frac{2\pi}{\sqrt{s''}}$,..., 2π représentant la circonférence qui, ajoutée à l'arc, ne change pas la valeur du cosinus.

» 5. Ces notions connues étant ainsi rappelées, il s'agit, conformément au titre de cet écrit, de prouver :

» 1° Qu'à chaque instant la puissance vive ou demi-force vive du système est justement égale à la somme de toutes celles qui seraient dues isolément aux mouvements simples qu'on vient de définir;

» 2° Qu'entre deux instants quelconques, proches ou éloignés, le travail des forces, bien qu'elles varient continuellement d'intensité et de direction, sera, pour les mouvements effectifs ou totaux, égal à la somme de tous les travaux qu'elles produiraient pour les mêmes mouvements simples pendulaires, supposés s'opérer séparément.

» Or on a d'abord, en appelant φ la demi-force vive au temps t, et S

étant l'indice d'une somme relative à tous les points m, indice qui dispense d'écrire ceux 1, 2, 3,... distinguant les points les uns des autres,

$$(6)\qquad \varphi = \mathrm{S}m\left[\frac{1}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right].$$

» Exprimons maintenant le travail des forces tant intérieures qu'extérieures. Elles sont supposées dépendre des distances mutuelles de points entre lesquels elles sont dirigées; ou, plus généralement, on suppose qu'elles ont un *potentiel*, ce qui revient à dire que si X, Y, Z désignent leurs composantes suivant les coordonnées x, y, z, la somme totale des valeurs du travail élémentaire $\mathrm{X}dx + \mathrm{Y}dy + \mathrm{Z}dz$ pour tous les points du système est, à chaque instant, la différentielle complète d'une fonction de toutes leurs coordonnées. Alors le travail des mêmes forces entre deux instants quelconques

$$t = t_1, \quad t = t_2$$

est la différence des deux valeurs que prend cette fonction pour les valeurs que possèdent les coordonnées des points aux deux instants. Ce travail est indépendant des voies cinématiques que les points ont suivies pour aller de la première position de chacun à la seconde, et du temps $t_2 - t_1$ qu'ils ont mis à les parcourir. On peut donc supposer que de la première, celle qu'ils avaient à l'instant $t = t_1$, ils soient d'abord allés à la position, prise pour *repère*, dans laquelle les coordonnées x, y, z ont leurs valeurs appelées a, b, c; position où u, v, w sont nuls, et où les résultantes des forces tant intérieures qu'extérieures ont des valeurs nulles aussi sur chaque point; puis que, de cette position d'équilibre des forces, ces points soient allés à la seconde position effective, celle de l'instant $t = t_2$. On peut supposer encore, d'après l'indifférence du mode et du temps du cheminement, que dans chacun de ces deux déplacements d'étendue extrêmement petite, qui n'ont fait varier que fort peu les grandeurs et les directions de leurs lignes de jonction, les composantes des forces aient varié d'une manière continue, et par conséquent sensiblement uniforme, avec les espaces projetés, depuis la position repère, où elles sont zéro, jusqu'à l'autre position extrême, où leurs intensités suivant les x, y, z sont pour chaque point m

$$m\frac{d^2u}{dt^2}, \quad m\frac{d^2v}{dt^2}, \quad m\frac{d^2w}{dt^2}.$$

» Le travail, dans chacun de ces deux changements hypothétiques de situation des points, est ainsi le même que si les forces avaient eu con-

stamment leurs valeurs moyennes, moitié de celles qu'on vient d'écrire. Comme les espaces parcourus sont ceux qui ont pour projections u, v, w sur les directions des forces composantes, le travail total qui s'opère dans le système entre les instants $t = t_1$ et $t = t_2$, quelque éloignés qu'ils soient, et en supposant même que les points, dans leurs excursions de très-petite amplitude, aient tourné plusieurs fois autour de la position repère, est donc l'excès de la valeur de

$$(7) \qquad \tau = \mathrm{S}m\left(u\cdot\frac{1}{2}\frac{d^2u}{dt^2} + v\cdot\frac{1}{2}\frac{d^2v}{dt^2} + w\cdot\frac{1}{2}\frac{d^2w}{dt^2}\right)$$

pour l'instant $t = t_2$, sur la valeur, pour l'instant $t = t_1$, de la même somme S, que nous nommons τ, mesurant *le travail qui aurait lieu depuis la situation repère ou d'équilibre des forces jusqu'à une autre situation quelconque dans les limites des excursions, supposées extrêmement petites, des points en vibration.* »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la chaleur animale.* Réponse à la Note de M. *Bouillaud*, insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 18 novembre; par **M. Claude Bernard.**

« Si M. Bouillaud n'avait pas demandé la parole aujourd'hui, j'aurais considéré la discussion qu'il a soulevée comme close; mais, puisqu'il continue, il est nécessaire que je rappelle comment les choses se sont passées.

» Dans la dernière séance hebdomadaire du 18 novembre, M. Bouillaud a lu devant l'Académie une Note relative à la chaleur animale, dans laquelle, se prononçant pour la théorie de Lavoisier, d'après cette considération que le poumon doit être le foyer de la calorification, il admet que, dans le cœur, le sang artériel est plus chaud que le sang veineux, sans tenir compte de toutes les expériences contradictoires si nombreuses et si bien étudiées dans lesquelles le sang veineux a été, au contraire, trouvé plus chaud que le sang artériel.

» Comme notre éminent confrère m'avait fait l'honneur de me mettre directement en cause dans sa Note, où se trouvaient attaquées mes anciennes expériences présentées à l'Académie, ainsi que d'autres que j'ai publiées depuis, j'ai dû répondre verbalement, séance tenante, que le travail, occasion de cette Note, était sans valeur, puisqu'il ne reposait que sur l'assertion de l'auteur, sans preuves à l'appui, et que, d'autre part, les raisons alléguées par M. Bouillaud lui-même en faveur de son

opinion n'étaient pas expérimentales, mais fondées sur un simple sentiment de préférence pour une théorie plutôt que pour une autre. Je fis remarquer à mon honorable contradicteur qu'une discussion scientifique ne pouvait s'établir sur de pareilles bases, et je le priai de vouloir bien préciser par des faits ses objections dans les *Comptes rendus*, ajoutant que je me ferais un devoir d'y répondre aussitôt qu'il les aurait consignées. Je n'ai pas trouvé dans le dernier *Compte rendu* les objections précises que j'attendais. M. Bouillaud n'a rien changé ni rien ajouté aux considérations qu'il a lues à l'Académie, et il se plaît à répéter que, « malgré les *dissidents* de Lavoisier, il se sent encore ébloui et pour ainsi dire fasciné par la théorie si séduisante qui met le foyer de la combustion dans le poumon, et qu'il ne se sent pas capable d'y renoncer encore entièrement. »

» Sur ce terrain, je n'ai rien à dire à M. Bouillaud ; si aujourd'hui il vient apporter des faits et des objections expérimentales, j'y répondrai quand il les aura imprimées dans le *Compte rendu* de cette séance. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse de* M. **Bouillaud** *à M.* Cl. Bernard, *au sujet de la théorie de la chaleur animale.*

« Dans la séance où j'ai communiqué à l'Académie quelques réflexions sur la chaleur animale, notre illustre confrère M. Cl. Bernard m'a présenté un certain nombre d'objections auxquelles j'ai répondu, me réservant toutefois de compléter ma réponse dans une séance ultérieure. Tel est aujourd'hui l'objet que je me propose.

I.

» 1° D'une part, je me suis assuré, avec une certitude en quelque sorte mathématique, que Lavoisier, à toutes les époques où il a traité de la chaleur animale, en avait placé, de la manière la plus explicite, le foyer dans le poumon.

» 2° J'ai constaté, d'une autre part, que ce grand chimiste n'avait, dans aucun de ses nombreux travaux sur cette matière, signalé cette nouvelle théorie, en vertu de laquelle il ne s'opérerait, au sein du poumon, qu'un échange de gaz oxygène et de gaz hydrogène entre le sang et l'air inspiré, et non une combustion proprement dite, une oxydation des principes combustibles du sang rapporté au poumon par l'artère pulmonaire.

» 3° Enfin, j'ai vainement cherché dans les écrits de Lavoisier sur la

combustion respiratoire, un passage où il fût formellement déclaré que la combustion productrice de la chaleur animale s'opérait là où M. Claude Bernard, de concert, dit-il, avec tous les savants modernes, en a placé le foyer.

» Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que Lavoisier ait prétendu qu'il n'existât aucune cause de la chaleur animale, autre que celle dont il se glorifiait, à bon droit, d'avoir découvert la source et la théorie. La stricte vérité, c'est qu'il ne s'est pas occupé, c'est qu'il n'a point parlé de cette autre question. Voilà pourquoi, dans ma première Communication à l'Académie, je me suis abstenu de faire intervenir Lavoisier dans une doctrine que M. Cl. Bernard, après d'autres physiologistes, enseigne aujourd'hui et depuis plusieurs années en matière de production de la chaleur animale.

» Quant à notre savant confrère, qui m'a signalé comme étant, à l'époque actuelle, *le seul* qui ne *croie* pas à la théorie de la calorification ou de la *thermogénèse*, dont il est un des plus célèbres représentants, j'ai rendu à ses travaux, j'en prends à témoin l'Académie, une éclatante justice. Mais j'ai déclaré, il est vrai, qu'ils ne m'avaient pas paru suffisants pour me faire renoncer à cette théorie de Lavoisier, fondée sur une analogie si frappante, tellement flagrante, sinon de vérité rigoureusement démontrée, du moins de vraisemblance et de probabilité, que, dès le premier abord, notre esprit, par je ne sais quelle illumination soudaine, lui donne son acquiescement, sans toutefois oublier ce qu'il reste à faire pour transformer cette vraisemblance et cette probabilité en vérité et en certitude.

» Toutefois, loin de conclure, de tout ce que Lavoisier nous enseigne et de tout ce que l'on a fait depuis lui, que nous en avions fini sur la question de la production de la chaleur animale, à l'état sain et à l'état morbide, j'ai conclu, au contraire, qu'il faudrait bien du temps encore avant que, sous l'heureuse et fraternelle coopération des chimistes, des physiciens, des physiologistes expérimentateurs et des physiologistes cliniciens, tout fût dit sur cette immense question.

» Voici maintenant la justification de mes assertions historiques, en ce qui concerne ce que j'ai dit de la théorie de Lavoisier.

II.

» Le premier Mémoire dans lequel il ait annoncé sa nouvelle théorie de la respiration et de la production de la chaleur animale fut lu, le 3 mai 1777, à la séance publique de l'Académie des Sciences. Il avait pour titre :

Expériences sur la respiration des animaux et sur les changements qui arrivent à l'air en passant par leur poumon. Dans ce Mémoire, après avoir rappelé, avec éloge, les expériences récentes de Priestley, il ajoute qu'il ne peut adopter les conséquences qu'il en a déduites, toutes contraires à celles tirées par lui des expériences qu'il a pratiquées sur la même matière.

» Il conclut, en dernière analyse, de la manière suivante : « Ou la por-
» tion respirable de l'air se combine avec le sang, ou elle se change en
» acide crayeux aériforme *en passant par le poumon*, ou ces deux effets ont
» lieu *pendant l'acte de la respiration* (1). »

» En la même année 1777, dans un Mémoire *Sur la combustion en général*, Lavoisier revient sur l'analogie qui existe entre la respiration des animaux, la combustion et la calcination. L'air pur (oxygène), passant par les poumons, éprouve, dit-il, une décomposition analogue à celle qui a lieu dans la combustion du charbon. Or, dans celle-ci, il y a dégagement de la matière du feu; donc il doit y avoir également *dégagement de la matière du feu dans le poumon, dans l'intervalle de l'inspiration et de l'expiration*, et c'est cette matière du feu sans doute qui, se distribuant avec le sang dans toute l'économie animale, y entretient une chaleur constante de $32\frac{1}{2}$ degrés environ, au thermomètre Réaumur.

» Lavoisier prévoit bien que cette *idée* paraîtra peut-être hasardée au premier coup d'œil. Avec cette modestie, qui accompagne si souvent le génie, il ajoute qu'en attaquant la doctrine de Stahl, il n'a pas pour objet d'y substituer une théorie rigoureusement démontrée, mais seulement une hypothèse qui lui semble plus probable, plus conforme aux lois de la nature, qui lui paraît renfermer des explications moins forcées et moins de contradictions. Au nombre de ces dernières, il n'oublie pas celle que Stahl commet, en *soutenant que des corps qui augmentent de poids perdent une partie de leur substance.*

» C'est par des raisons du même genre que Lavoisier avait combattu déjà cette théorie de Priestley, savoir que la respiration des animaux avait la propriété de *phlogistiquer* l'air, comme la calcination des métaux et plusieurs autres procédés chimiques, et qu'il ne cessait d'être respirable qu'au moment où il était surchargé, et en quelque façon saturé de *phlogistique*.

---

(1) C'est dans ce Mémoire que Lavoisier attribue la couleur rouge du sang à la propriété qu'a l'oxygène de se combiner avec le sang, phénomène de coloration qu'il rapproche de celui du même genre, qui s'opère dans les corps, les métaux surtout, avec lesquels l'oxygène s'est combiné.

» Dans un troisième Mémoire, par Lavoisier et Laplace, datant de 1780, et portant le titre de *Mémoire sur la chaleur*, se trouve un article consacré à la *combustion* et à la *respiration*. On y lit le passage suivant :

« Une seule espèce d'air, connue sous les noms d'*air déphlogistiqué*, d'*air pur* ou d'*air vital*, est propre à la combustion, à la respiration et à la calcination des métaux. M. Lavoisier soupçonna que la chaleur et la lumière qui se dégagent de ces opérations étaient dues, au moins en grande partie, aux changements que l'*air pur* (l'oxygène) éprouve. Tout ce qui tient à la combustion et à la respiration s'explique d'une manière si naturelle et si simple, dans cette hypothèse, qu'il ne balança point à la proposer, sinon comme une vérité démontrée, du moins comme une conjecture très-vraisemblable... »

» Après avoir rapporté les expériences d'après lesquelles ils ont constaté que le changement de l'air pur (oxygène) en air fixe (acide carbonique), est l'altération la plus considérable qu'il reçoit de la respiration des animaux, Lavoisier et Laplace font remarquer qu'elles sont contraires à celles de Scheele et de Priestley, d'après lesquelles cette respiration ne produirait que très-peu d'air fixe, et une grande quantité d'air vicié, désigné par ce dernier sous le nom d'air *phlogistiqué*.

» Enfin ils concluent en ces termes :

« La respiration est une combustion, à la vérité fort lente, mais d'ailleurs parfaitement semblable à celle du charbon. *Elle se fait dans l'intérieur des poumons*, sans dégager de lumière sensible, parce que la matière du feu, devenue libre, est aussitôt absorbée par l'humidité de ces organes : *la chaleur développée dans cette combustion se communique au sang qui traverse les poumons*, et de là se répand dans tout le système animal. Ainsi l'air que nous respirons sert à deux objets également nécessaires à notre conservation : il enlève au sang la base de l'air fixe, dont la surabondance serait très-nuisible, et la chaleur que cette *combinaison* dépose dans les poumons répare la perte continuelle de chaleur que nous éprouvons de la part de l'atmosphère et des corps environnants. »

» En 1781, dans un travail ayant pour titre : *Réflexions sur la calcination et la combustion*, Lavoisier, toujours à la brèche pour le triomphe de sa nouvelle et ingénieuse théorie, livrait un combat à fond à celle de Scheele, fille naturelle de la théorie de Stahl. La doctrine de Scheele reposait, d'ailleurs, sur des expériences dont la plupart, à partir de 1773, avaient été déjà faites par Lavoisier, mais dont le savant expérimentateur allemand n'avait pas fait la moindre mention. Après en avoir fait simplement la remarque, et, comme il le dit noblement, sans prétendre rien retrancher du mérite des expériences de Scheele, il avoue qu'il ne saurait accepter le système très-compliqué et très-extraordinaire auquel celui-ci avait été obligé de recourir pour expliquer des phénomènes que Lavoisier avait déjà

lui-même expliqués, d'une manière à la fois si simple et si satisfaisante (1).

» Scheele applique sa théorie à la respiration des animaux et des plantes. Il admet que l'air se *déphlogistique* dans les poumons, contrairement à Priestley et à beaucoup d'autres, selon lesquels l'air se *phlogistique* dans l'acte de la respiration, autre système réfuté par le grand chimiste français.

» Dans cette circonstance encore, Scheele est forcément conduit à s'appuyer, comme le répète expressément Lavoisier, sur ce fait faux, cette hypothèse inadmissible, que le corps *brûlé* a perdu de son poids, tandis que c'est le contraire qui a lieu. En effet, dans le cas actuel, le savant allemand suppose que l'air *vital*, l'air *déphlogistiqué* de Priestley, n'est que l'air fixe *dulcifié* par le phlogistique, lequel, *inspiré* dans le poumon, s'y décompose, y dépose le phlogistique, et en ressort dans l'état d'air fixe. Lavoisier nous apprend, au contraire, qu'une partie de l'air vital (oxygène) s'est combinée avec le carbone du sang, et de là, dans l'air expiré, une quantité d'acide carbonique en rapport avec celle de l'oxygène consommé.

» En 1789, dans un Mémoire ayant pour titre : *Mémoire sur la respiration des animaux*, Lavoisier, aidé cette fois de Seguin, ne change rien au fond de sa théorie. C'est à ce travail que j'ai précisément emprunté les passages de ma première Communication, lesquels peuvent être considérés comme la dernière expression ou la formule même de cette théorie.

» Les auteurs de cet important travail ne s'étaient point dissimulé (c'est leur expression) une objection qu'on pouvait faire, qu'ils s'étaient faite à eux-mêmes, contre la théorie qu'ils venaient de présenter. Cette objection, c'est que nulle expérience ne prononce d'une manière décisive que le gaz acide carbonique, qui se dégage pendant l'expiration, se soit formé immédiatement dans le poumon, ou dans le cours de la circulation, par la combinaison de l'oxygène de l'air avec le carbone du sang. Il serait possible qu'*une partie* de cet acide carbonique se formât par la digestion, qu'il fût introduit dans la circulation avec le chyle, enfin que, parvenu dans le poumon, il fût dégagé du sang, *à mesure que l'oxygène se combine avec lui par une affinité supérieure*.

---

(1) Scheele avait supposé que, dans la combustion ou dans les autres opérations analogues, le *phlogistique* des corps combustibles se combinait à l'air ; que le résultat de cette combinaison était la chaleur elle-même, laquelle s'échappait à travers les pores du verre des vaisseaux dans lesquels il avait opéré. (SCHEELE, *Traité chimique de l'air et du feu*.)

Mais ce système suppose une perte de matière dans les calcinations et les combustions, fait rigoureusement démontré *faux* par les belles et nombreuses expériences de Lavoisier.

» Mais, quoi qu'il en soit de leur hypothèse sur l'origine d'*une partie* de l'acide carbonique, dégagé pendant l'expiration, la théorie de la combustion intra-pulmonaire du sang n'en éprouve aucune atteinte, puisqu'il y est dit expressément que l'oxygène, par une affinité supérieure, se combine *dans le poumon* avec le sang. D'un autre côté, rien, dans ce même passage, ne signale un travail de combustion et de production de chaleur, soit dans le sang des grands vaisseaux, soit dans les capillaires généraux par lesquels ceux-ci se terminent.

» Il me reste à montrer que M. Cl. Bernard lui-même, dans ses Leçons sur la chaleur animale, a formellement déclaré que Lavoisier avait placé dans le poumon le foyer de la chaleur animale. Selon lui, si l'on devait localiser le foyer de cette chaleur, ce qu'il ne pense pas, ce serait dans le foie et non dans le poumon qu'il faudrait le placer.

III.

» Lavoisier, dit M. Cl. Bernard, a rapporté la cause de la chaleur animale à une oxydation, à une véritable combustion, et, comme c'était par le poumon qu'était absorbé l'oxygène et exhalé l'acide carbonique, il admit que c'était dans le poumon que se produisait la chaleur qui entretient la température de l'animal. Il avait donc localisé dans le poumon le champ d'action de cette cause.

» Les anciens avaient admis que le poumon rafraîchit le sang, dit encore M. Cl. Bernard; mais le génie de Lavoisier regarda au contraire le poumon, qui absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique, comme un organe dans lequel s'opérait une combustion par fixation directe de l'oxygène de l'air sur les éléments carbonés du sang. Cette combustion étant nécessairement accompagnée de dégagement de chaleur, il en résultait que le poumon devenait le foyer principal de la chaleur animale.

» Nous avons vu, c'est encore M. Cl. Bernard qui parle, que c'était dans l'abdomen, au niveau de l'embouchure des veines sushépatiques dans la veine cave, que le sang présentait la température la plus élevée. *Si la source de la chaleur devait être circonscrite en un foyer unique, ce n'est pas dans le poumon, mais dans le foie qu'on devrait être tenté de le localiser* (1).

» Quelque nombreuses, curieuses et intéressantes que soient les expériences de notre savant confrère, et quelque grande que soit son autorité

---

(1) Les paroles attribuées par nous à M. Cl. Bernard se trouvent aux pages 52, 103 et 134 du tome Ier de ses *Leçons sur les liquides de l'organisme*.

en pareille matière, je ne suis pas, je l'avoue, de ceux qui seraient tentés, dans le cas supposé par M. Cl. Bernard, de placer en quelque sorte le poumon dans l'abdomen.

» Non, je n'éprouverais pas cette tentation, bien que, au sujet de notre discussion, un honorable confrère m'ait écrit que, dès le XIII[e] siècle déjà, l'hypothèse de M. Cl. Bernard avait été émise. Il est vrai qu'elle était proclamée sous la forme que comportait cette époque physiologique : *In dextra parte hominis jecur et magnus calor... et cor et pulmo calorem dejecere quemadmodum de fornace habent.*

» M. le Dr D..., qui m'adresse cette physiologie de *moyen âge*, conviendra volontiers qu'elle mérite peu d'être prise en sérieuse considération. »

ASTRONOMIE. — *Sur la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre, observée à Rome.* Extrait d'une Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel (1).

« Nous avons eu une brillante apparition d'étoiles filantes dans la soirée du 27 novembre et pendant la nuit. Je ne fus averti du phénomène qu'à $7^h 30^m$, lorsqu'il était déjà en pleine activité depuis une heure au moins; nous l'observâmes avec toute l'attention possible.

» Depuis $7^h 30^m$ jusqu'à 1 heure après minuit, nous enregistrâmes 13892 météores; mais un grand nombre ne put pas être enregistré. Tout le ciel était en feu : c'était *littéralement* une pluie. Les étoiles étaient petites, pour la plupart : environ 10 sur 100 étaient de deuxième grandeur; environ 2 sur 100, de première. Il y eut plusieurs bolides.

» Le *radiant* était, à 8 heures, dans l'espace compris entre les constellations des étoiles brillantes du Bélier, du Triangle et de la Mouche; il passa ensuite à la base du Triangle, et enfin à minuit il était passé à égale distance du Triangle et de la Tête de Méduse.

» Le maximum eut lieu environ à $8^h 30^m$, et le nombre atteignit alors 93 par minute. Après 11 heures, le nombre diminua notablement, et à minuit il y eut des intervalles de repos. Entre $12^h 30^m$ et 1 heure après minuit, on en compta seulement 87. Le ciel s'étant couvert de brouillard, on interrompit les observations. Le matin, à 5 heures, il n'y en avait plus.

» La vitesse des étoiles filantes était généralement faible; les plus belles

---

(1) L'extrait ci-dessus n'est qu'un *Post-scriptum*, ajouté le 28 novembre, à une Lettre du P. Secchi à M. le Secrétaire perpétuel, en date du 22. L'insertion de la Lettre elle-même, qui doit être accompagnée d'une figure, est remise au *Compte rendu* prochain.

traçaient souvent des arcs curvilignes; elles avaient la tête blanche et la queue rouge. Les magnétomètres étaient assez tranquilles. Le ciel était éclairé au couchant et au nord.

» Il est remarquable que la Terre se trouvait, pendant le phénomène, dans le nœud de l'orbite de la comète de Biela.

» Je donne ci-dessous le tableau des observations aux différentes heures.

Tableau des étoiles filantes du 27 au 28 novembre 1872.

			Nombres.	1re grandeur.	Avec traînée.
De	$7^{h},55^{m}$	à $8^{h},00^{m}$	236	»	»
	8,00	8,05	236	11	»
	8,05	8,10	300	23	1
	8,10	8,15	320	11	»
	8,15	8,20	324	13	»
	8,20	8,25	472	9	3
	8,25	8,30	320	3	1
	8,30	8,35	492	4	1
	8,35	9,00	1639 (*)	26	8
	9,00	9,30	2392	32	4
	9,30	10,00	2279	13	6
	10,00	10,15	1194	9	2
	10,15	10,30	1107	9	2
	10,30	10,45	717	5	3
	10,45	11,04	754	1	»
	11,04	11,30	429	2	1
	11,30	12,00	594	6	1
	12,30	13,00	87	»	»
Total, en 4 heures et demie...			13892	188	33 »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques observations pratiques, relatives aux lois déduites des températures d'ébullition des composés organiques homologues;* par **MM. Is. Pierre** et **Ed. Puchot.**

« Beaucoup de chimistes et de physiciens ont admis et admettent encore qu'il existe une différence constante entre les températures d'ébullition des composés homologues de la Chimie organique, dont la formule diffère de C^2H^2.

» Suivant les uns, cette différence constante est de 22 degrés; suivant

(*) De $8^{h}35^{m}$ à $10^{h}15^{m}$ on donne seulement les moyennes.

d'autres, elle est de 20 ou de 21 degrés. D'autres admettent, pour l'expression de cette différence, 19 degrés centigrades, etc.

» On s'est plus d'une fois servi de cette espèce de loi pour prévoir ou pour rectifier empiriquement la température d'ébullition de substances non encore isolées ou peu connues, ou trop peu abondantes pour qu'il fût possible de déterminer cette température avec une suffisante exactitude.

» L'un de nous avait déjà montré, dans une thèse de Chimie soutenue en 1845, que cette espèce de loi doit subir d'assez nombreuses exceptions, et qu'elle ne saurait, sans erreur, être considérée autrement que comme une approximation douteuse.

» Nous avons cru devoir profiter du grand nombre de données nouvelles ou rectifiées que nous ont fournies nos recherches, sur les alcools de fermentation et sur leurs dérivés, pour voir dans quelle mesure ces composés satisfont à la loi que nous venons d'énoncer.

» Le soin tout particulier avec lequel nous avons déterminé nos températures d'ébullition et les quantités relativement considérables de matières *pures* sur lesquelles nous avons opéré nous permettaient d'apporter dans la discussion de cette loi, soit pour la confirmer, soit pour en restreindre l'importance, un assez grand nombre d'arguments numériques d'une certaine valeur. Nous allons en citer les principaux :

Première série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Alcool méthylique	63°	
		15°,3
» éthylique	78,3	
		19,7
» propylique	98	
		10
» butylique	108	
		22
» amylique	130	

» La moyenne de ces quatre différences est de 16°,55, et *il existe entre la troisième et la quatrième un écart* de 120 *pour* 100.

Deuxième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Chlorure éthylique	11°	
		35°,5
» propylique	46,5	
		22,5
» butylique	69	
		32,8
» amylique	101,8	

» La différence moyenne s'élève, dans cette série, à 30°,3, presqu'au double de la précédente. Il existe entre la première différence et la seconde un écart d'environ 60 pour 100.

Troisième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Bromure méthylique	13°	27°,5
» éthylique	40,7	31,3
» propylique	72	18,5
» butylique	90,5	

» Moyenne des différences, 25°,8. Écart de plus de 40 pour 100 entre la deuxième différence et la troisième.

Quatrième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Iodure méthylique	48°,8	26°,2
» éthylique	70,0	34,5
» propylique	104,5	18
» butylique	122,5	

» Moyenne des différences 26°, 2, avec un *écart de* 91 *pour* 100 entre la deuxième différence et la troisième.

Cinquième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Acétate méthylique	59°	14°
» éthylique	73	30
» propylique	103	13,5
» butylique	116,5	

» La moyenne des différences s'élève à 19°, 2 seulement; mais il existe, entre la plus faible et la plus forte, un *écart de plus de* 120 *pour* 100.

Sixième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Propionate éthylique	100°	25
» propylique	125	10,7
» butylique	135,7	

» La différence moyenne est ici de 17°,85, avec un *écart d'environ* 134 *pour* 100 entre les deux différences.

Septième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Butyrate méthylique	93°	20°
» éthylique	113	22
» propylique	135	14,5
» butylique	149,5	20,8
» amylique	170,3	

» La moyenne des différences est ici représentée par 19°,2; mais il se présente, entre la deuxième différence et la troisième, un *écart de plus de* 52 *pour* 100.

Huitième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Valérianate éthylique	135°,5	
		21°,5
» propylique	157	
		16,4
» butylique	173,4	
		16,6
» amylique	190	

» Moyenne des différences 18°,2, avec un *écart de* 31 *pour* 100 entre la première et la deuxième.

Neuvième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Aldéhyde éthylique	22°	
		24°
» propylique	46	
		16
» butylique	62	
		30,5
» amylique	92,5	

» La différence moyenne est de 25°,5; dans cette moyenne entrent deux différences qui présentent entre elles un *écart de plus de* 90 *pour* 100.

Dixième série.

	Température d'ébullition.	Différence.
Acide propionique	141°,5	
		14°
» butyrique	155,5	
		22,5
» valérianique	178	

» Moyenne des différences 18°,25, avec un *écart de plus de* 60 *pour* 100.

» Ainsi, en limitant la discussion aux seules substances que nous avons préparées et étudiées *nous-mêmes* avec le plus grand soin, nous trouvons que *deux substances homologues, dont l'une contient, dans sa formule,* C^2H^2 *de plus ou de moins que l'autre, peuvent présenter, dans leurs températures d'ébullition, des différences variant depuis* 10 *degrés jusqu'à* 35°,5, c'est-à-dire présentant UN ÉCART DE 255 POUR 100. Si, au lieu de comparer les valeurs extrêmes de ces différences, nous comparons entre elles les différences moyennes des dix séries précédentes, nous trouvons :

Première série,	moyenne des différences	16°,55
Deuxième série,	» »	30,3
Troisième série,	» »	25,8
Quatrième série,	» »	26,2
Cinquième série,	» »	19,2
Sixième série,	» »	17,85
Septième série,	» »	19,2
Huitième série,	» »	18,2
Neuvième série,	» »	23,5
Dixième série,	» »	18,25

» Ces moyennes elles-mêmes présentent entre elles des écarts assez considérables qui peuvent s'élever jusqu'à 83 pour 100 (première et deuxième série).

» La moyenne générale de toutes ces moyennes serait de 21°,5, et rentrerait à la rigueur dans les limites généralement admises; mais il est bien difficile d'admettre que, dans une discussion sérieuse, il soit permis de considérer comme égaux des nombres qui diffèrent de 255 pour 100, et il est bien difficile de se défendre d'un peu d'incrédulité, à l'égard de la généralité d'une loi qui ne serait fondée que sur des résultats aussi disparates.

» Si, au lieu d'y chercher les éléments d'une loi générale, nous nous bornons à constater les faits les plus saillants qui résultent de nos observations, il en est un qui nous frappe par son apparente généralité : c'est que la différence qui existe entre les températures d'ébullition des composés homologues de la série propylique et de la série butylique est *constamment* moindre que celle qui existe entre deux autres composés homologues quelconques. Cette plus petite valeur qui, en moyenne, ne dépasse pas 15°,4, peut descendre jusqu'à 10 degrés; tandis que la moyenne de toutes les autres différences est égale à 24°,5, et que certaines différences peuvent s'élever jusqu'à 34 degrés, et même jusqu'à 35°,5.

» Si, au lieu de former nos séries d'après l'acide qui entre dans la composition des éthers, nous les formons d'après la base combinée avec les divers acides, à la condition que ceux-ci présenteront toujours une différence de C^2H^2 dans leur composition chimique, nous pouvons former un certain nombre de séries, telles que les suivantes :

	Température d'ébullition.	Différence.
Acétate éthylique	73°	
		27°
Propionate »	100	
		13
Butyrate »	113	
		22.5
Valérianate »	135,5	

» La moyenne des différences est ici de 20°,8, avec un *écart de* 108 *pour* 100 entre la plus grande et la plus petite :

	Température d'ébullition.	Différence.
Acétate propylique	103°	
		22°
Propionate »	125	
		10
Butyrate »	135	
		22
Valérianate »	157	

» La moyenne des différences est ici de 18 degrés, avec *un écart de* 120 *pour* 100 entre la plus grande et la plus petite.

» Enfin, nous retrouvons encore, entre les températures d'ébullition des composés homologues de propyle et de butyle, une différence bien moindre qu'entre les autres.

» En résumé, sans avoir l'intention d'infirmer, d'une manière absolue, la loi qui admet, dans les séries de composés organiques homologues, une différence constante entre les températures d'ébullition des termes dont la composition diffère de C^2H^2, nous croyons pouvoir déclarer que cette loi ne se vérifie pas dans les nombreux composés dont nous avons contrôlé avec soin les températures d'ébullition. En effet, au lieu de différences peu variables, nous avons observé, dans nos diverses séries, entre les températures d'ébullition de composés homologues différant de C^2H^2, dans leur composition chimique, des différences dont les écarts s'élèvent à 80, à 100 et même jusqu'à 255 pour 100.

» Les composés homologues de propyle et de butyle présentent *constamment* cette particularité que leurs températures d'ébullition sont beaucoup moindres que les différences qui existent entre les températures d'ébullition de deux autres composés homologues quelconques.

» L'écart moyen s'élève à 59 pour 100. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie de l'écluse de l'Aubois.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« Dans ma Note sur la théorie de plusieurs systèmes d'écluses de navigation, publiée dans le *Compte rendu* du 21 octobre dernier, p. 916 et suivantes, j'ai annoncé que je reviendrais sur les avantages que j'attribue au système de mon invention appliqué à l'écluse de l'Aubois. Il est utile, pour se rendre bien compte de ce que j'ai à dire sur ce sujet, de relire le « Rapport » fait dans la séance du 18 janvier 1869, sur une Communication de » M. Vallès, faite le 21 décembre 1868, sous ce titre : Expériences faites à » l'écluse de l'Aubois pour déterminer l'effet utile de l'appareil à l'aide » duquel M. de Caligny diminue dans une proportion considérable la con- » sommation d'eau dans les canaux de navigation. (Commissaires : » MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.) » Le plus essentiel est d'ailleurs de rappeler qu'un seul et même tuyau de conduite débouchant par une de ses extrémités dans l'enclave des portes d'aval, et par l'autre dans un réservoir en communication avec le bief supérieur, porte à son

extrémité d'amont deux tubes verticaux mobiles, dont l'un met alternativement ce grand tuyau de conduite en communication avec le bief d'amont, et l'autre le met alternativement en communication avec le bief d'aval, c'est-à-dire avec une rigole de décharge qui communique avec ce dernier bief. Quand on lève le premier tube vertical, l'eau entre dans l'écluse; quand on le baisse, en levant ensuite l'autre tube vertical, la vitesse acquise dans le grand tuyau de conduite fait entrer de l'eau du bief d'aval. Si au contraire l'écluse est pleine, et qu'on lève le tube d'aval, le premier restant baissé, l'eau descend au bief d'aval, et quand on baisse le tube qui vient d'être levé, l'eau monte dans les deux tubes verticaux, en vertu de la vitesse acquise, et se jette par le sommet de ces deux tubes pour rentrer au bief d'amont. Il résulte de cette combinaison que, les sections transversales n'étant jamais bouchées, il n'y a aucun coup de bélier possible, ni pendant le remplissage, ni pendant la vidange de l'écluse.

» Dans une première application en grand, on avait pu craindre qu'il ne fût déjà assez difficile de rendre les joints étanches, lorsqu'on aurait seulement à faire poser alternativement l'extrémité inférieure de chaque tube vertical mobile sur un siége horizontal. Mais un ingénieur distingué des Ponts et Chaussées m'a proposé, pour l'application de ce système à d'autres écluses, de diminuer le poids et la longueur de chaque tube vertical faisant ainsi fonction de soupape, en ne rendant mobile que la partie inférieure glissant au moyen d'un cuir embouti contre la partie supérieure devenue fixe. Je crois donc pouvoir rappeler l'attention sur une combinaison beaucoup plus simple en théorie, que j'ai communiquée à la Société philomathique de Paris, le 14 décembre 1844.

» Dans l'état actuel des choses, à l'écluse de l'Aubois, il y a entre les deux tubes verticaux une colonne liquide d'une petite longueur, il est vrai, mais qui est une cause quelconque de déchet, comme il est facile de s'en rendre compte. Or, elle peut être supprimée si, en conservant le tube d'amont tel qu'il existe, on dispose au-dessous de lui une vanne cylindrique du genre de celle dont je viens de parler; le bief d'amont étant séparé de celui d'aval par une cloison qui peut être horizontale. Il est facile de voir que cette vanne cylindrique peut remplacer le tube d'aval, de manière à simplifier beaucoup la construction. Elle peut, en effet, se soulever en entrant dans l'intérieur du tube d'amont qui, par cette raison, pourra avoir un diamètre notablement plus grand que le sien, afin d'éviter d'ailleurs que les herbes gênent les mouvements en se glissant entre ces deux pièces.

» Il n'y aurait ainsi, à proprement parler, qu'un seul tube vertical divisé

en deux parties, en quelque sorte superposées. L'élargissement du tube d'amont serait d'ailleurs favorable au dégagement de l'eau qui se jetterait alternativement par son sommet pendant la vidange de l'écluse.

» La durée des oscillations en retour serait moindre qu'avec deux tubes verticaux. Pour fixer les idées, il suffit de dire que si le tube d'amont avait une section égale à la moitié de la somme des sections des deux tubes verticaux existants, la durée des oscillations en retour serait diminuée dans le rapport de l'unité à la racine carrée de deux, à très-peu de chose près; on ne tient pas compte dans le calcul de cette durée, des petites différences pouvant provenir des résistances passives.

» La théorie semblait indiquer que l'eau pendant la vidange de l'écluse donnerait lieu à moins de déchet en sortant par le sommet des deux tubes verticaux qu'en sortant par l'extrémité d'un seul. Mais les expériences faites à Chaillot n'ont pas montré de différence sensible dans le déchet pour ces deux cas. Cela vient sans doute de ce que, s'il n'y a qu'un seul tube vertical, le coude du tuyau de conduite fixe peut être convenablement arrondi, tandis que, s'il y a deux tubes verticaux, il y a deux coudes dont l'un est à angle droit vif, afin d'éviter la profondeur des fondations. Quant à l'avantage qui, comme je viens de le dire, semblait indiqué par la théorie pour le cas de la vidange, quand même il se présenterait pour un tuyau de conduite ayant d'autres dimensions, il n'existerait certainement pas pour le cas du remplissage de l'écluse, s'il y avait deux tubes verticaux au lieu d'un seul divisé en deux superposés, comme je l'ai expliqué ci-dessus. En effet, pendant le remplissage, l'eau ne passerait pas en même temps par les deux orifices de manière à diminuer sa vitesse au passage par chacun d'eux. Il paraît donc d'autant plus avantageux d'employer les tubes mobiles superposés dont il s'agit dans cette Note que, s'il y avait deux tubes séparés comme ceux qui existent à l'écluse de l'Aubois, il faudrait tenir compte de la perte d'eau quelconque provenant dans le second tube, non-seulement des mouvements de l'eau à l'époque de la première levée du tube d'amont, mais de ce que, les premières oscillations en retour pouvant ne pas les remplir jusqu'au niveau du bief d'amont, il en résulte une perte quelconque lorsqu'on lève le tube d'amont pendant le remplissage. Il est d'ailleurs bien entendu que, si l'on employait les deux tubes mobiles superposés, il n'y aurait au-dessous d'eux qu'un seul coude convenablement arrondi qui servirait évidemment pour l'un et l'autre de ces deux tubes, lesquels n'en formeraient à proprement parler qu'un seul, divisé en deux parties alternativement mobiles.

» Je dois avertir que, si l'on voulait remplir ou vider l'écluse au moyen d'une seule grande oscillation, le système appliqué à l'Aubois, quand même il serait modifié comme je viens de le dire, serait moins avantageux que ceux dont j'ai parlé dans ma Note précitée du 21 octobre dernier. Il est en effet facile de voir que le centre de gravité de l'eau motrice, soit pendant le remplissage, soit pendant la vidange, descendrait d'une plus grande hauteur que dans ces systèmes, et que, par conséquent, les vitesses de l'eau seraient notablement augmentées. Pour fixer les idées, il suffit de faire remarquer que le centre de gravité de cette eau, abstraction faite des résistances passives, descendrait d'une hauteur égale à une fois et demie celle dont il descendrait si l'oscillation se faisait au moyen d'un bassin latéral de même hauteur et de même section que l'écluse, en supposant même que ce bassin n'eût point de portes et, en un mot, ne fût pas une seconde écluse, comme on en dispose pour la navigation rapide. Mais on peut diminuer, comme je l'ai dit, presque indéfiniment le travail en résistances passives, en multipliant les périodes de l'appareil.

» Il est facile de voir que, toutes choses égales d'ailleurs, si l'on pouvait faire abstraction des mouvements de l'eau résultant de la présence des tubes verticaux mobiles, et du travail nécessaire pour faire fonctionner ces tubes, la moyenne des carrés des vitesses étant à peu près en raison inverse du nombre des périodes, le travail en résistances passives serait à peu près aussi en raison inverse de ce nombre, en supposant même que les résistances n'augmentassent pas plus que les carrés des vitesses. Or, d'après ce que j'ai dit dans ma Note précitée du 21 octobre dernier, plus les oscillations seront considérables, plus on aura à se défier des mouvements d'une espèce particulière résultant de la présence des bateaux chargés dans l'écluse. Quant aux mouvements occasionnés par la présence des tubes verticaux mobiles, comme ils seront très-diminués si l'on supprime un de ces tubes, ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus, cela permettra d'augmenter le nombre des périodes, d'autant plus que la durée des oscillations en retour sera diminuée. Or, l'épargne du temps est la principale raison pour limiter le nombre des périodes, puisqu'on peut obtenir une marche automatique, et que cela est surtout facile après les premières périodes, soit pour le remplissage, soit pour la vidange. L'expérience a d'ailleurs montré, à l'écluse de l'Aubois, où il n'y a cependant qu'un seul tuyau de conduite, que les mouvements de l'eau dans l'écluse n'occasionnent aucun danger pour les bateaux, tandis qu'il n'en serait peut-être pas ainsi dans le cas où l'on voudrait remplir l'écluse au moyen d'une seule grande oscillation, surtout si

l'eau n'arrivait que par un seul tuyau de conduite à l'une des extrémités du sas.

» On peut augmenter encore l'épargne de l'eau au moyen de grandes oscillations initiales et finales : les unes se feraient dans la rigole de décharge transformée alternativement en bassin d'épargne par une porte de flot automatique, cette rigole pouvant d'ailleurs avoir une section beaucoup plus grande que celle de l'écluse ; les autres oscillations dont il s'agit se feraient, au contraire, au moyen du bassin d'une section beaucoup moindre que celle de l'écluse, qui est alternativement en communication avec le bief d'amont par une porte de flot automatique. Mais ces portes de flot donnent lieu, d'ailleurs, à quelques petites difficultés d'exécution, et l'expérience a montré qu'on pouvait les supprimer sans diminuer l'épargne de l'eau d'une manière bien importante ; il vaudra donc peut-être autant, en général, ne pas employer ces oscillations pour profiter de ce que, si l'on achève de remplir et de vider l'écluse au moyen du grand tuyau de conduite à partir du moment où l'on peut, sans inconvénient sérieux, arrêter l'appareil, la vitesse acquise de l'eau tendant à faire ouvrir d'elles-mêmes en temps utile les parties d'amont et d'aval du sas, cela pourra, en diminuant la durée de la manœuvre, permettre au besoin d'augmenter un peu le nombre des périodes.

» J'ai été invité, pour des applications qui paraissent devoir être assez nombreuses, à diminuer autant que possible la dépense des constructions. Je ferai donc remarquer qu'il n'est pas indispensable de donner au grand tuyau de conduite autant de développement qu'à l'écluse de l'Aubois. On peut, comme cela m'a été proposé, ne lui donner qu'une longueur peu différente de celle de l'écluse, et diminuer beaucoup la dépense, du moins s'il est fait en maçonnerie, non-seulement en l'appuyant contre le bajoyer, mais en le faisant en partie au moyen de ce bajoyer lui-même. Les résistances en frottement de l'eau étant d'ailleurs moindres que la somme des autres résistances, je veux dire de toutes les causes de déchet, il est intéressant de remarquer qu'on peut, si cela est utile pour l'économie du capital, diminuer graduellement le diamètre de la partie intermédiaire de ce grand tuyau de conduite d'une manière assez notable, sans trop augmenter le déchet (1). Cette disposition, en vertu des lois de l'oscillation des liquides,

(1) Il résulte d'une expérience, peu connue, de Venturi, que si l'on est obligé d'avoir un tube assez long, la partie du déchet provenant de la perte de vitesse à la sortie peut être

permettrait, d'ailleurs, d'augmenter la durée de chaque période pour une quantité d'eau donnée passant par le système; or, cette augmentation de durée offre des avantages à certains égards. On m'a proposé de diminuer la profondeur des fondations en donnant à ce tuyau de conduite des sections elliptiques, ce qui offrirait des avantages à certains égards. Des ingénieurs distingués conseillent d'ailleurs de faire ce tuyau de conduite en fonte.

» L'étendue de cette Note ne permettant pas d'entrer dans tous les détails, j'ajouterai seulement quelques mots sur la théorie des bassins d'épargne dont j'ai parlé dans ma Note précitée du 21 octobre. Celui de ces systèmes qui a le plus de chance de succès dans les rares circonstances où il pourrait être appliqué, consiste à vider et à remplir alternativement un sas au moyen de deux bassins d'épargne étagés, de très-grandes sections. Je dois avertir que les choses doivent être disposées de manière que toute l'eau, entrée dans chacun de ces bassins pendant la vidange de l'écluse, en sorte pendant le remplissage du sas, de façon que, dans chaque bassin, on retrouve, autant que possible, à la fin de l'opération du remplissage de l'écluse, la quantité d'eau qui s'y trouvait avant qu'on eût commencé à la vider. Or, la disposition de ces bassins, nécessaire pour remplir ces conditions, dépend des résistances passives éprouvées par les oscillations dans le grand tuyau de conduite. Dans l'état actuel de nos connaissances, il paraît difficile de déterminer rigoureusement la position que doivent avoir les niveaux de ces bassins d'épargne, la présence des bateaux chargés dans le sas donnant lieu à des résistances d'un genre tout particulier qu'on ne sait pas calculer et qui, d'ailleurs, ne sont pas les mêmes quand l'eau sort de l'écluse que lorsqu'elle y rentre.

» Si les grandes oscillations dans des capacités différentes de celles de l'écluse, mais qui lui sont plus comparables que dans l'hypothèse précédente, ne paraissent pas avoir autant d'importance que les autres, il était cependant utile de les signaler comme je l'ai fait, en indiquant d'une manière succincte les moyens d'en calculer les déchets (1). »

---

presque indéfiniment diminuée par un évasement d'un angle assez aigu. Or, à l'Aubois on s'est contenté de faire varier les sections de l'évasement à peu près comme pour l'ajutage de Venturi, qui a donné le plus de débit avec un tube conique très-court.

(1) Quoique la Géométrie fournisse des moyens de calculer ces déchets, si l'on admettait pour le mouvement oscillatoire les deux termes de la résistance en frottement de Prony, il n'est peut-être pas inutile, pour mieux préciser l'état de la question, d'indiquer succinctement quelques formules analytiques pour les oscillations de l'eau dans des siphons renversés

BOTANIQUE. — *Structure des végétaux hétérogènes* (suite des *Monopétalées hétérogènes*); *par* **M. Thém. Lestiboudois.**

« *Bignoniacées.* — Dans plusieurs plantes de cette famille, M. Bureau (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 936) a constaté la présence de productions extralibériennes et nous en a montré des échantillons. L'*Amphilophium* et le *Glaziovia* ont des zones ligneuses alternant avec des zones corticales. Le *Callichlamys* a des faisceaux ligneux dans l'écorce.

à branches verticales de sections différentes, chaque tuyau vertical ayant une section constante. Soit H la hauteur du niveau de l'eau dans une de ces branches verticales au-dessus de celui de l'eau dans l'autre branche à l'origine du mouvement; soit S la section d'une de ces branches et s la section de l'autre vers laquelle se dirige le mouvement; soit x la hauteur variable que le liquide en mouvement aura parcourue dans la seconde branche avant chaque instant considéré. Il est facile de voir que la différentielle du travail de la gravité est, abstraction faite des frottements et des causes quelconques de déchet,

$$s\,dx\left(\mathrm{H}-x-x\frac{s}{\mathrm{S}}\right)=s\,dx\left[\mathrm{H}-\left(1+\frac{s}{\mathrm{S}}\right)x\right].$$

L'intégrale étant prise à partir de l'origine du mouvement, la constante est nulle, et l'on a

$$\int_0^x s\,dx\left[\mathrm{H}-\left(1+\frac{s}{\mathrm{S}}\right)x\right]=s\left[\mathrm{H}x-\left(1+\frac{s}{\mathrm{S}}\right)\frac{1}{2}x^2\right]:$$

telle est l'expression du travail de la gravité au moment où l'eau arrive à une hauteur x. Pour avoir la hauteur où la colonne liquide doit s'arrêter, je pose

$$\mathrm{H}x-\left(1+\frac{s}{\mathrm{S}}\right)\frac{1}{2}x^2=0,\quad \text{d'où l'on tire}\quad x=\frac{2\mathrm{H}}{1+\frac{s}{\mathrm{S}}}.$$

Pour $s=\mathrm{S}$, on a $x=\mathrm{H}$.

Il est facile de voir comment cette formule doit être modifiée quand le mouvement se dirige en sens contraire de celui qu'on vient de supposer. Il s'agit maintenant de donner une idée de la manière de calculer le déchet, en supposant d'abord une résistance proportionnelle aux simples vitesses, et une résistance proportionnelle aux carrés de ces mêmes vitesses. Je supposerai, pour simplifier (ce qui sera d'ailleurs le cas le plus ordinaire de la pratique), le tuyau de conduite horizontal très-long par rapport aux branches verticales, afin de pouvoir négliger le mouvement de l'eau dans ces branches, dont les sections peuvent être beaucoup plus grandes que celle supposée constante de ce tuyau. Il en résulte que le carré de la vitesse dans ce tuyau pourra être à chaque instant considéré comme proportionnel à la force vive, la masse étant constante. Cette vitesse sera donc proportionnelle à la racine carrée de $\mathrm{H}x-\left(1+\frac{s}{\mathrm{S}}\right)\frac{1}{2}x^2$ si l'on considère le mouvement dans le sens de la branche la plus large à la branche la plus étroite. La différentielle du travail résistant en

» *Rubiacées.* — Le *Caïnça* des pharmacies (*Chiococca racemosa*, L.?) a un système ligneux qui s'accroît principalement par quatre points, de sorte qu'il est profondément divisé en quatre lobes, entre lesquels l'écorce envoie des prolongements aigus. La moelle est petite, les rayons médullaires très-fins, les couches souvent peu distinctes. Les vaisseaux sont peu volumineux, l'écorce est brune, épaisse, parsemée de masses de tissu blanc dur, formé d'utricules arrondis à parois très-épaisses; à la loupe, on n'y

---

frottement proportionnel aux simples vitesses, si l'on cherche le travail nécessaire pour conserver ces vitesses comme s'il n'y avait pas de frottement, sera donc, en nommant ∂ le diamètre du grand tuyau de conduite horizontal et K un coefficient constant, de la forme

$$K\pi\partial\sqrt{Hx - \left(1+\frac{s}{S}\right)\frac{1}{2}x^2}\,dx.$$

On peut mettre cette formule sous la forme

$$K\pi\partial\sqrt{\frac{1}{2}\left(1+\frac{s}{S}\right)}\sqrt{\frac{2H}{1+\frac{s}{S}}x - x^2}\,dx.$$

La quantité qui est sous le second radical est l'ordonnée du cercle dont le rayon est $\dfrac{H}{1+\frac{s}{S}}$; ainsi l'intégrale $\displaystyle\int_0^x \sqrt{\frac{2H}{1+\frac{s}{S}}x - x^2}\,dx$ est exprimée par une portion de la surface du demi-cercle de ce rayon, de sorte que, à la limite pour $x = \dfrac{2H}{1+\frac{s}{S}}$, elle est exprimée par la surface de ce demi-cercle. Quand les deux sections des tubes verticaux sont égales, on trouve

$$\sqrt{\frac{1}{2}\left(1+\frac{s}{S}\right)} = 1 \quad \text{et} \quad \frac{H}{1+\frac{s}{S}} = \frac{1}{2}H.$$

Il est facile de voir comment, pour calculer le travail en frottement proportionnel aux carrés des vitesses, on est conduit à considérer, d'après cela, des ellipsoïdes de révolution. L'étendue de cette Note ne permettant pas d'entrer dans plus de détails, je rappellerai seulement que Daniel Bernoulli a donné dans son *Hydrodynamique* beaucoup de théorèmes sur les oscillations de l'eau dans les tubes recourbés et les tubes rectilignes, mais sans avoir égard au frottement. Ce qui précède suffit pour confirmer au besoin ce que j'ai dit sur ce sujet. Je rappellerai d'ailleurs que les coefficients des frottements de l'eau ne sont pas, d'après mes expériences, les mêmes dans le mouvement oscillatoire que dans le mouvement permanent; mais il y a d'autres causes de déchet qui paraissent devoir être proportionnelles aux carrés des vitesses dans la théorie des diverses écluses à colonnes liquides oscillantes.

distingue ni couches, ni fibres, ni prolongement médullaires, mais au microscope on constate que l'écorce a des fibres longues, aiguës, à parois épaisses ou minces et à cavité étroite ou large contenant une matière granuleuse; elles sont entourées d'utricules obscurs, fortement adhérents.

» A la périphérie du parenchyme cortical, on observe des faisceaux ligneux arrondis ou un peu élargis transversalement, dont le bois est semblable à celui du bois central; mais ils n'ont pas de centre médullaire. Ces faisceaux forment des saillies sur la face extérieure de l'écorce; ils se divisent et s'unissent à des faisceaux venant de la partie supérieure, ou s'unissent au tissu ligneux des rameaux qui sortent en grand nombre de certains points des tiges et qui ont un centre médullaire.

» Ces faisceaux ont en dehors une écorce qui a des fibres minces, et qui semble se contourner et se prolonger sur leur côté interne; mais en ce point son tissu est difficile à reconnaître sur des échantillons secs; toutefois, la manière dont l'écorce se contourne, la forme des faisceaux et la facilité avec laquelle on peut les séparer de la tige permettent de penser qu'ils appartiennent à la catégorie de ceux dont l'accroissement est circulaire.

» Entre les faisceaux que nous venons de décrire et l'écorce intérieure il y a d'autres faisceaux plus petits; il y en a aussi dans le prolongement de l'écorce qui s'avancent entre les lobes du système ligneux.

» La racine possède un rudiment de moelle qui est excentrique; son bois est pâle, assez semblable à celui de la tige; son écorce est épaisse et contient quelques faisceaux ligneux qui sont très-petits, soit parce qu'ils ne sont pas encore développés, soit parce qu'ils se sont en partie réunis au bois central, soit enfin qu'ils se soient étendus dans les ramifications de la racine. On ne rencontre pas dans l'écorce de la racine les fibres à parois épaisses qu'on voit dans celle de la tige; on n'observe que des utricules, longs, minces, transparents, entourés d'utricules arrondis.

» *Ménispermées.* — Parmi les *Polypétalées*, un assez grand nombre de familles renferme des plantes hétérogènes. La famille des *Ménispermées* est une de celles qui ont les premières fixé l'attention des botanistes. Leur tige présente la structure des *Gnétacées* que nous avons décrite; mais le parenchyme extérieur ne nous a pas montré de fibres à la périphérie.

» Le *Cocculus platyphyllos*, le *Cissampelos Pareira*, etc., ont uue moelle bien limitée, entourée d'un cercle de faisceaux ligneux étroits, séparés par des rayons médullaires bien apparents, entourés d'une écorce composée de faisceaux fibreux, souvent en forme de croissant, répondant aux faisceaux ligneux, et d'une zone aréolaire extérieure. En dehors de cette zone

se forment successivement de nouveaux faisceaux ligneux semblables à ceux du cercle central, constituant des cercles complets ou seulement des arcs, et séparés par des zones corticales semblables à la première écorce.

» Dans le *Cocculus platyphyllos*, les productions ligneuses ne se forment que d'un seul côté. Le premier cercle ligneux est lui-même quelquefois incomplet. Par suite, la moelle est voisine de la périphérie, au point opposé à l'accroissemeni. Les faisceaux fibreux des écorces sont bien apparents; ils constituent souvent deux croissants séparés par du tissu utriculaire dans la première écorce, un seul dans les écorces extérieures. Le croissant extérieur de la première écorce est formé de fibres, longues, transparentes, aiguës, à parois épaisses, poreuses, à cavité étroite, vide ou remplie de matière jaunâtre; le faisceau intérieur de cette écorce et les faisceaux des écorces extérieures sont composés de tubes très-longs, transparents, à parois très-minces, à extrémités souvent rectangulaires.

» Dans le *Cissampelos Pareira*, les fibres de la première écorce n'acquièrent pas l'épaisseur et la rigidité qu'elles ont dans les *Cocculus platyphyllos*; elles sont comme celles des autres zones corticales.

» Dans une *Ménispermée de Manille* (*Mus.*, n° 1500), les faisceaux des écorces intermédiaires se séparent quelquefois du faisceau ligneux correspondant par dessiccation, et se divise en lames irrégulières. Leurs fibres sont minces, aiguës ou rectangulaires aux extrémités, vides ou remplies de la matière jaunâtre qu'on voit dans les fibres de la première écorce.

» Une *Ménispermée de Cayenne* (*Mus.*, n° 2303) a cela de remarquable, que sa tige est plusieurs fois repliée sur elle-même dans le sens de sa longueur; elle forme d'abord une zone ligneuse circulaire, puis des productions extralibériennes en arc placées sur deux côtés opposés; mais l'accroissement s'arrête d'un côté après la formation du premier arc ligneux, tandis que sur l'autre côté il s'en forme successivement un très-grand nombre. Les fibres de la première écorce et des écorces formées en dehors constituent des faisceaux en croissant bien distincts; elles ont des parois excessivement minces, même dans la première écorce, et se terminent soit en pointe, soit par une ligne transversale.

» *Lardizabalées.* — Cette famille, formée de genres détachés des Ménispermées, contient des espèces qui ont des productions extralibériennes tout à fait analogues à celles de ces dernières.

» *Malpighiacées.* — Dans cette famille, le *Banisteria nigrescens* est digne d'une étude approfondie. Les échantillons que nous possédons ont la partie inférieure de la tige organisée normalement : elle a une moelle petite, blan-

châtre, entourée d'un cercle ligneux très-dense, jaunâtre, plus étroit d'un côté que de l'autre. En dehors de ce cercle, le bois est pâle; ses rayons médullaires sont minces et peu apparents, ses couches non distinctes, ses vaisseaux petits et rares dans la partie intérieure, plus gros dans l'extérieure. A un point plus élevé, le tissu ligneux est divisé en plusieurs faisceaux (3 à 6) par des prolongements de l'écorce qui pénètrent de plus en plus dans le bois. Ces prolongements sont formés extérieurement de deux feuillets, mais ceux-ci se confondent intérieurement.

» A l'extrémité intérieure de ces prolongements on trouve des parties corticales, irrégulières, transversales, unies avec eux ou en étant séparées, s'étendant de plus en plus, de manière à rejoindre les parties transversales des prolongements voisins et à circonscrire complétement le tissu ligneux compris entre les prolongements corticaux. Ces portions du tissu ligneux forment alors des faisceaux fortement appliqués sur la tige même soudés avec elle, et séparés de celle-ci par une double écorce, celle de la tige centrale et celle qui est propre aux faisceaux. Dans cet état, les faisceaux ressemblent exactement aux faisceaux extralibériens à écorce circulaire; mais bientôt leur écorce se sépare de l'écorce centrale, et ils deviennent tout à fait distincts de la tige. Leur bois est parfaitement semblable à celui de la tige principale; mais ils n'ont pas de moelle; la plante a donc alors une tige principale, munie d'un centre médullaire, entourée de tiges privées de moelle. Cependant il faut noter que certaines tiges latérales ont des rayons médullaires qui se réunissent en un point de manière à imiter un rudiment de moelle; ce point est même quelquefois entouré d'un côté d'un tissu ligneux dense et coloré, comme celui qui entoure la moelle centrale, mais il ne forme pas un anneau complet comme dans la tige principale.

» L'écorce des faisceaux extérieurs et celle qui constitue les prolongements qui divisent la tige sont composées des mêmes éléments que l'écorce principale : ce sont des fibres, des masses d'utricules à parois épaisses et poreuses, et des utricules colorés qui unissent les autres éléments.

» La tige du *Banisteria* a ainsi une structure qu'il n'est pas facile d'apprécier. Inférieurement, quand elle n'a encore que des prolongements corticaux divisant le bois, elle ressemble à la tige de certaines Bignoniacées; mais plus haut, lorsqu'elle a des faisceaux ligneux entourés d'une écorce propre fortement unie à l'écorce centrale, elle est semblable à la tige des Sapindacées; enfin, quand les faisceaux deviennent tout à fait séparés, la tige semble divisée en segments comme celle de la Gentiane ou celle de certaines Bignoniacées; mais les segments de la Gentiane n'ont pas d'écorce sur leurs faces

intérieures, ils pénètrent jusqu'au centre et emportent une portion de la moelle, de sorte qu'il n'y a pas de tige centrale; enfin ils sont parfaitement unis dans la partie supérieure de la tige. Dans plusieurs Bignoniacées, l'écorce pénètre entre les segments jusqu'à la moelle. Si les segments se séparent, ils seront donc entourés d'écorce, mais il ne restera pas de tige centrale munie de son étui médullaire. On ne peut donc comparer le *Banisteria* qu'avec les genres qui, comme l'*Amphilophium* de M. Bureau, ont des prolongements corticaux qui n'arrivent pas jusqu'au centre; et, pour expliquer sa conformation, on doit penser que dans son parenchyme extérieur il se forme des faisceaux ligneux entourés d'une écorce circulaire, étroitement appliquée d'abord sur les couches corticales de la tige principale, s'en séparant supérieurement, tandis qu'inférieurement les écorces qui séparent la tige centrale des faisceaux extralibériens se désagrégent ou se détruisent, et permettent aux faisceaux ligneux de se souder au bois de la tige principale. Une étude sur des échantillons plus complets lèvera les doutes.

» On remarquera d'ailleurs que les tiges à faisceaux extralibériens ont de l'affinité avec celles qui ont des prolongements corticaux, car les Bignoniacées et le *Caïnça* ont ces deux caractères à la fois, et le *Tétraptéris*, qui a son bois complétement divisé en six segments par des prolongements corticaux, appartient à la même famille que le *Banisteria*.

» *Sapindacées*. — Elles offrent des exemples remarquables de productions extralibériennes, ayant une écorce propre et un accroissement complétement circulaire. Une *Sapindacée* indéterminée (*Mus.*, n° 33) nous a montré une tige centrale dont la moelle est rousse, d'un petit diamètre, et dont le bois est pourvu de vaisseaux volumineux, divisé par huit rayons médullaires pénétrant jusqu'à la moelle, subdivisé par des rayons qui n'arrivent ni jusqu'à la moelle, ni jusqu'à la périphérie; son écorce est composée de fibres minces, pâles, serrées, longues, aiguës, souvent poreuses, contenant parfois de gros grains, et de zones utriculaires; on n'y remarque pas de prolongements médullaires bien marqués. En dehors des couches fibreuses de l'écorce sont trois formations ligneuses complétement entourées d'une écorce semblable à celle de la tige centrale. Leur bois est aussi semblable à celui de la tige centrale, mais il n'a pas de moelle. Ses rayons médullaires, peu apparents, n'arrivent pas à un point commun.

» Outre les trois productions extralibériennes, qui viennent d'être décrites, l'écorce en contient beaucoup d'autres plus petites, entourant circulairement la tige centrale et les trois productions principales, de sorte qu'il y en a qui sont comprises entre l'écorce de la première et celle de ces

dernières. Ces petites formations ligneuses ne sont pas circulaires, elles s'unissent quelquefois entre elles et n'ont d'écorce que du côté extérieur.

» *Une Sapindacée du Brésil*, que j'ai reçue de M. Guillemin, a une organisation analogue à la précédente; mais, au lieu de n'avoir que trois productions principales, elle en a huit, d'un volume moins considérable, formant un cercle à la périphérie de l'écorce centrale; elles sont arrondies, complétement entourées d'une écorce propre, et se distinguent parce qu'elles ont une moelle peu développée, étendue transversalement, plus rapprochée du bord extérieur que de l'intérieur, de laquelle partent extérieurement des rayons médullaires. Du côté intérieur, les rayons n'existent pas. En dehors des productions circulaires, et entre celles-ci et la tige centrale, on trouve de petites productions peu régulières, isolées ou unies entre elles, n'ayant d'écorce que du côté extérieur.

» *Une Sapindacée de Cochinchine* (*Mus.*, n° 1318) a une tige d'un plus grand diamètre que les précédentes. Son bois est divisé par des rayons médullaires nombreux, étroits, réguliers, très-rapprochés; entre eux sont des vaisseaux aussi larges que l'intervalle des rayons, et des vaisseaux plus petits; entre les vaisseaux sont quelques traces de tissu ligneux dense, irrégulières, plus apparentes que dans les espèces précédentes. Au centre est une moelle d'un petit diamètre, pâle, entourée d'un cercle de points noirâtres (orangés au microscope), formés d'utricules à parois épaisses, placés bout à bout, colorés et constituant ainsi des vaisseaux propres articulés. L'écorce est épaisse, composée de faisceaux fibreux étroits en dehors, élargis en dedans, divisés par des prolongements médullaires étroits, pâles, flexueux, les uns arrivant jusqu'au parenchyme, les autres pénétrant seulement à une certaine profondeur dans les faisceaux; entre les prolongements médullaires sont des fibres rangées circulairement, et séparées par des cercles de vaisseaux propres analogues à ceux de la moelle; ils se rencontrent aussi dans les autres espèces. Cette tige n'a que deux formations extralibériennes saillantes et très-visibles extérieurement, aplaties de dedans en dehors, isolées, privées de moelle, pourvues de rayons médullaires, dirigées du bord intérieur vers l'extérieur; ces formations n'ont pas d'écorce du côté intérieur; mais dans l'une l'écorce qui la couvre extérieurement s'avance beaucoup du côté intérieur.

» Ainsi les *Sapindacées* nous offrent tantôt des productions extralibériennes à accroissement circulaire, mêlées à des productions qui n'ont qu'un accroissement extérieur, tantôt elles ont seulement ces dernières.

» *Cyclospermées.* — Sous ce titre ont été groupées les familles des *Chénopodées, Phytolaccées, Amaranthacées, Nyctaginées, Caryophyllées, Paronychiées, Portulacées, Mésembryanthémées, Crassulacées,* etc.; on les a considérées comme ayant un caractère commun, celui de renfermer dans le bois des parties de la zone génératrice qui n'ont pas acquis le degré de consistance qui appartient aux tissus arrivés au dernier terme de leur accroissement, et qui forment, dans le tissu ligneux, des zones ou des îlots distincts; nous n'avons pas à rechercher ici quelle est la valeur de ce caractère, qu'on trouve à des degrés divers dans les végétaux nombreux, qui ont les groupes vasculaires entourés d'un tissu différent par sa coloration et sa densité du tissu fibreux qui constitue le bois proprement dit. Mais parmi les familles comprises dans les *Cyclospermées*, il en est qui ont véritablement la structure des *hétérogènes* : telles sont les *Amaranthacées*, les *Chénopodées*, les *Phytolaccées*, les *Nyctaginées*, que nous avons décrites. Nous avons à rechercher si les autres familles de ce groupe ont, comme ces dernières, des productions extralibériennes.

» *Caryophyllées.* — Les tiges de ces plantes forment des couches ligneuses régulières. Ainsi, dans le *Dianthus Carthusianorum*, les tiges de la première année ont une couche de bois blanche extérieurement, verte au contact de la moelle, une zone d'accroissement très-transparente, une écorce mince, verte, dont les faisceaux fibreux sont transparents, assez distincts. La souche de deux ans a deux couches; celle de trois ans en a trois, etc.; la plus intérieure est dense, un peu jaunâtre, les autres n'ont que des îlots de tissu dense; la plus extérieure est succulente, un peu transparente. Les groupes vasculaires, plus opaques que les tissus qui les entourent, sont souvent en cercles assez réguliers dans la partie intérieure des couches, et en séries radiales séparées par des rayons apparents dans la partie extérieure, mais parfois les groupes vasculaires sont distribués sans ordre, ou affectent les mêmes dispositions dans toutes les parties des couches, de sorte que celles-ci ne peuvent plus être distinguées. Quelquefois la partie extérieure des couches diffère par sa teinte de la partie intérieure, de sorte qu'on pourrait la considérer comme une couche distincte, ou comme une zone d'une autre nature interposée entre les couches ligneuses. Mais ces zones changent d'aspect selon qu'on les observe à la lumière directe ou réfléchie; elles sont d'ailleurs composées des mêmes éléments.

» La zone verte, qui circonscrit la moelle, contient des trachées très-petites, à lames très-écartées; cette sorte de vaisseau se rencontre même au commencement de chaque couche ligneuse; puis, dans les couches, les trachées

à lames serrées ou anastomosées, les vaisseaux fendus, poreux, etc., se succèdent sans qu'on puisse attribuer les uns plutôt que les autres à la partie intérieure ou extérieure de chacune des couches; ces deux parties ne diffèrent que par le nombre et la distribution des vaisseaux.

» Le tissu qui se trouve entre les cercles des vaisseaux, comme celui qui unit les vaisseaux en lignes radiales, est formé de clostres aigus, assez transparents, à parois assez épaisses dans la partie centrale du bois et dans les îlots jaunâtres dispersés dans les couches, plus minces dans les autres parties, surtout dans les plus extérieures, mais semblables aux clostres à parois épaisses et assez résistantes au tranchant des instruments. On trouve parmi les clostres des utricules rectangulaires minces, mais ils sont peu nombreux et n'occupent pas de place déterminée; le tissu qui unit les couches est formé d'utricules quadrilatères ou arrondis.

» La zone d'accroissement est formée d'utricules allongés, à parois excessivement ténues. Le parenchyme est formé intérieurement d'utricules obscurs, allongés, rectangulaires, quelquefois séparés par du tissu transparent, semblable à celui de la zone d'accroissement; puis les utricules sont minces et arrondis; tout à fait en dehors ils sont blancs, un peu transparents, allongés, disposés en lignes radiales très-régulières; le *suber*, très-mince, est composé d'utricules semblables, mais qui sont roux et déchirés.

» Les tiges du *Dianthus Carthusianorum* n'ont donc rien, au commencement de leur existence, qui puisse les faire assimiler à celles des hétérogènes; mais après trois ans de végétation, quelquefois plus tardivement encore, la souche offre quelques productions extralibériennes. Cette souche a une écorce épaisse, présentant intérieurement quelques cercles transparents. Elle contient un grand nombre de petits bourgeons qui font saillie jusqu'au delà de la zone d'accroissement et s'implantent dans le bois, de sorte que la surface de celui-ci est couverte d'un grand nombre de dépressions arrondies qui correspondent à ces bourgeons; quelquefois, au contraire, c'est le bois qui fait saillie pour s'allonger dans les bourgeons; ceux-ci se dirigent transversalement vers la partie extérieure de l'écorce pour former des rameaux ou des radicelles. Mais il est d'autres bourgeons qui restent confinés dans la partie extérieure du parenchyme, et y forment des noyaux qui donnent naissance à des faisceaux fibro-vasculaires arrondis, d'abord saillants du côté interne, puis du côté extérieur; ils sont primitivement composés d'une partie centrale, ligneuse, obscure, formée de trachées à lames anastomosées, de vaisseaux fendus, poreux. Autour de ce groupe se

forment des cercles ligneux, d'abord interrompus du côté interne, puis de cercles complets et composés comme les couches normales du bois.

» Ces nouvelles productions sont entourées d'une zone d'accroissement entièrement circulaire, puis d'une zone de parenchyme obscur et plus en dehors d'une zone de parenchyme transparent; cette dernière se continue avec la zone analogue de la souche principale; à une certaine époque, la partie intérieure de cette zone devient subéreuse. On peut suivre les faisceaux extralibériens jusqu'aux rameaux qui naissent en groupes sur différents points de la souche et jusque vers les divisions des racines. On peut ranger cette tige parmi les hétérogènes, qui ont des faisceaux fibro-vasculaires pourvus d'une écorce circulaire.

» Les *Dianthus caryophyllus* et *ciliatus* ont une organisation analogue à celle du *D. Carthusianorum* dans la première période de son existence; mais je n'ai pas rencontré dans ces espèces de faisceaux ligneux formés dans la zone extérieure du parenchyme.

» Le *D. barbatus*, venu de graines, a, vers le milieu de sa végétation annuelle, un système ligneux composé d'un cercle intérieur verdâtre, et d'une zone large, blanche, uniforme, présentant à la périphérie des rayons médullaires à peine apparents, composés de clostres et de groupes vasculaires, très-rares, très-distants, non visibles à la loupe.

» Dans plusieurs espèces de *Silène*, on observe des dispositions semblables. On ne trouve donc dans aucune de ces plantes des productions extralibériennes formées dans le cours de la première année. Nous n'avons pas eu occasion de voir, dans celles qui sont vivaces, de faisceaux ligneux créés plus tard dans la zone extérieure du parenchyme. »

AÉROSTATION. — *Sur l'état de conservation actuel de l'étoffe de l'aérostat à hélice.* Note de **M. Dupuy de Lôme.**

« A la suite de l'ascension que j'ai faite, le 2 février dernier, avec l'aérostat à hélice construit sous ma direction, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats constatés par cette ascension, dans un Mémoire qu'elle a bien voulu faire imprimer avec le Rapport de la Commission de l'Académie concernant ce même appareil.

» J'attends le moment opportun pour continuer ces expériences, en remplaçant le travail musculaire des hommes par une puissance mécanique plus grande pour le même poids et disposée de façon à écarter les inconvénients de la machine à vapeur ordinaire.

» Je n'aurais donc rien à ajouter aux Rapports précités, si mon attention n'avait été appelée hier sur ce sujet par un article de journal, contenant une erreur de fait qu'il est bon de rectifier.

» On lit dans ce journal, rendant compte d'une séance tenue par une Société de navigation aérienne, le 28 août dernier :

« M. le Président, à l'occasion du procès-verbal, fait part à la Société de la perte du ballon construit sous la direction de M. Dupuy de Lôme, occasionnée par le ramollissement hygrométrique du vernis dont ce ballon était recouvert. Le vernis employé était un mélange de gélatine et de glycérine. »

» Puis encore dans le Compte rendu de la séance du 11 septembre dernier :

« M. le Secrétaire général par intérim donne, sur la demande de M. le Président, quelques détails sur l'accident arrivé au ballon de M. Dupuy de Lôme. La perte de ce ballon lui a été annoncée par M. Wilfrid de Fonvielle, dont les renseignements concordent avec ceux donnés par M. Gabriel Mangin. »

» Je ne puis m'expliquer l'origine de ces assertions. Quoi qu'il en soit, l'Académie recevra avec satisfaction l'assurance que non-seulement l'aérostat dont il s'agit n'est point perdu, mais encore qu'il ne lui est arrivé aucun accident, pas plus depuis l'ascension du 2 février que pendant cette ascension elle-même.

» Il est remisé, avec tous ses accessoires, dans un local bien couvert; le ballon proprement dit est replié sur lui-même, en laissant son grand axe dans toute sa longueur; le tout est enveloppé dans de la toile. Son enduit se comporte d'une façon très-satisfaisante; il n'a donné lieu à aucune trace d'échauffement, et il a conservé sa flexibilité, sans aucune déliquescence.

» Voici maintenant quatorze mois d'écoulés depuis l'application de cet enduit, et, à en juger par l'état actuel, il y a tout lieu d'espérer que l'étoffe de ce ballon conservera longtemps encore toute sa valeur, s'il reste remisé à sec, comme il l'a été jusqu'à ce jour, et si on lui donne les quelques soins que nécessite la conservation de tout tissu.

» Je crois, en terminant, devoir rappeler à l'Académie que l'enduit de ce ballon a été, sur les premières indications de notre Secrétaire perpétuel, M. Dumas, l'objet d'études qui ont été complétées par les expériences de M. Troost, professeur de Chimie à l'École Normale. Cet enduit se compose non pas seulement de gélatine et de glycérine, mais bien de *trois parties égales* de gélatine, de glycérine et de tannin, dissoutes à chaud dans *douze parties* d'acide pyroligneux du commerce, conformément au

mode d'opérer exposé dans mon Rapport sur la confection de l'aérostat (1). »

« M. **Wurtz**, à propos de la publication faite récemment par MM. *Ch. Girard* et *de Laire* d'un « Traité des dérivés de la houille, applicables à la production des matières colorantes », présente les observations suivantes :

« On sait que les divers produits que l'on peut extraire du goudron de houille sont devenus depuis un certain nombre d'années l'objet d'applications nombreuses et importantes. La chimie des combinaisons aromatiques est aujourd'hui la base d'une industrie puissante, et l'on a vu rarement les conquêtes des arts économiques suivre d'aussi près les découvertes de la science pure, et mieux servies par elle. L'ouvrage de MM. Girard et de Laire en renferme des preuves nombreuses. Écrit avec une rare compétence, il renferme un résumé exact et complet sur les carbures d'hydrogène extraits du goudron de houille, sur les combinaisons chlorées, bromées, sulfoconjuguées, nitrogénées et sur les alcaloïdes qui en dérivent; il contient enfin la description des procédés industriels qui servent à la préparation des riches matières colorantes que l'on obtient à l'aide de ces alcaloïdes. »

M. **Pasteur**, après la lecture faite par M. Trécul dans la séance du 18 novembre dernier (p. 1223), avait exprimé le désir que M. le Secrétaire perpétuel voulût bien parapher une série de dessins qu'il avait déposés sur le bureau de l'Académie avant la séance. Ces dessins font connaître le développement des groupes de cellules colorées en jaune plus ou moins foncé, dont M. Pasteur avait fait mention dans sa Note du 7 octobre (p. 781).

Ces dessins ont été paraphés par M. le Secrétaire perpétuel, à la date du 18 novembre.

---

(1) A la suite de cette Communication à l'Académie, M. Wilfrid de Fonvielle m'a écrit pour me déclarer qu'on a abusé de son nom dans l'article du journal précité, en lui attribuant à tort un renseignement qu'il n'a point donné.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M. Félix Lucas, portant le titre:* Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels.

(Commissaires : MM. Serret, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Lucas a déjà présenté à l'Académie, en 1868, pour un sujet analogue, cinq Mémoires intitulés : *Recherches concernant la mécanique des atomes*, sur lequel il a été fait un Rapport le 14 février 1870. Dans les trois premiers il considérait, comme préparation et comme exercice d'analyse, des atomes en nombre fini quelconque, s'attirant et se repoussant suivant des lois particulières, qui ne sont pas celles de la nature. Mais, dans les deux autres, et encore plus dans trois Notes subséquentes, insérées aux *Comptes rendus* de nos séances des 26 février, 7 mars et 27 juin 1870, ainsi que dans un Mémoire publié *in extenso* la même année au *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (*), il tirait déjà de l'analyse divers résultats en laissant absolument quelconques les relations entre les intensités des actions mutuelles des atomes par unité de leurs masses, et les distances où ces actions s'exercent, ces relations ou *fonctions des distances* pouvant différer même d'un couple d'atomes à un autre couple, et chacune n'étant astreinte qu'à rester continue.

» A ce Mémoire de 1870, M. Lucas développait habilement la solution, simplement indiquée par Lagrange (**) et par Poisson (***), du problème des petits mouvements vibratoires d'un système quelconque de points matériels sollicités par des forces qui, pour chacun, dépendent d'une manière continue de ses coordonnées, ainsi que de celles de tous les autres points, et non du temps.

» Dans le Mémoire que nous examinons aujourd'hui, et dont il nous a remis le 3 octobre, à notre demande, une rédaction plus développée que celle du 29 avril, M. Lucas reproduit succinctement l'établissement des équations différentielles de ce problème de très-petits mouvements, équations linéaires dont les premiers membres sont les produits de la masse de chaque

---

(*) *Étude sur la mécanique des atomes* (t. XV de la 2e série).

(**) *Méc. anal.*, 2e partie, sect. VI, nos 1 à 15.

(***) *Traité de Mécanique*, 1833. *Lois générales des petites oscillations*, nos 544 à 447.

point et de la dérivée seconde, par rapport au temps, d'une des trois projections de son déplacement en deçà et au delà des situations où les forces, tant intérieures qu'extérieures, qui le sollicitent, se font équilibre, et dont les seconds membres sont des fonctions du premier degré des mêmes projections, en nombre triple de celui des points, des petits déplacements sur les trois axes des coordonnées. Les coefficients constants qui y affectent ces déplacements projetés sont, comme le montre facilement M. Lucas, les valeurs, pour la position d'équilibre dynamique, de toutes les dérivées secondes, par rapport aux diverses coordonnées, de ce *potentiel total* du système, fonction des masses et de toutes les coordonnées, qui est aussi appelé, comme on sait, *fonction de forces,* parce que sa dérivée première, par rapport à une coordonnée quelconque, donne la force totale qui sollicite, dans son sens, le point mobile auquel elle appartient.

» Avant de tirer divers théorèmes des intégrales de ces équations linéaires simultanées du second ordre, M. Lucas considère un système de deux points seulement, sollicités par leur action mutuelle, fonction de leur distance, ainsi que par deux forces extérieures constantes en grandeur et en direction, qui étaient supposées les tenir en équilibre lorsque chacun d'eux se trouvait dans une certaine situation arbitrairement choisie, prise pour *repère*. Il établit les relations qui doivent exister entre les petits déplacements des points autour de cette position d'équilibre dynamique, et les travaux que les forces opèrent à partir de là.

» Comme ces forces sont de celles dont tout travail élémentaire est exprimé par la différentielle complète d'une fonction des coordonnées, leur travail total entre la situation repère et une autre situation quelconque ne dépend que des coordonnées initiales et finales : il est indépendant, et des trajectoires qu'ils ont suivies pour arriver de l'une à l'autre, et du temps qu'ils y ont mis, ainsi que de la distribution, pendant ce temps, des grandeurs des espaces successivement parcourus, et de celles des résultantes de forces qui étaient initialement nulles sur chaque point. Ce travail est donc le même que si les deux points étaient arrivés en ligne droite à leurs positions finales, en parcourant simultanément des proportions égales de leurs trajets, de manière que chaque composante de force puisse être regardée comme fonction continue du seul déplacement suivant sa direction. Cette action sera sensiblement linéaire dans l'étendue extrêmement petite des déplacements supposés; en sorte que chaque composante de force dans le sens d'une coordonnée peut être regardée, dans l'évaluation de son travail,

comme ayant crû proportionnellement à l'espace parcouru suivant ce sens par son point d'application. Ce travail est donc égal au déplacement total projeté, multiplié par l'intensité moyenne, qui est la moitié de l'intensité finale, de la composante de force de même direction.

» D'où ce premier théorème : *Que le travail total des forces agissant sur les deux points matériels, depuis leurs positions d'équilibre dynamique jusqu'à des positions très-proches pour lesquelles la direction de leur ligne de jonction diffère peu de la première, est égale à la demi-somme des produits des masses de ces points par leurs accélérations finales dans les directions de trois coordonnées rectangles, multipliées par les petits déplacements éprouvés suivant les mêmes directions.*

» Comme on peut, lorsqu'il y a plus de deux points, décomposer l'action totale qu'un quelconque d'entre eux supporte, en celles qui lui viennent de chacun des autres, le théorème qu'on vient d'énoncer convient, sans en changer aucunement les termes, *au travail total que de petits mouvements opèrent dans un système d'un nombre quelconque de points matériels* à partir de leur situation d'équilibre, et non-seulement lorsque les forces extérieures, s'il y en a, restent constantes en grandeur et direction, comme le suppose M. Lucas, mais *plus généralement lorsque ce sont des attractions et répulsions exercées par des points fixes* et variant d'intensité proportionnellement à des fonctions des distances à ces centres d'action ; car les travaux de ces sortes de forces, comme ceux des forces intérieures, ne dépendent que des coordonnées initiales et finales des situations des points mobiles sur lesquels elles agissent.

» Par une raison semblable, ce premier théorème, ainsi étendu à tout système de points, peut servir à l'évaluation du travail qui s'y opère *entre deux situations différentes de celles d'équilibre*, que nous prenons pour situations repères; car, comme on peut, pour évaluer ce travail, faire parcourir aux points, entre les situations extrêmes, telles trajectoires qu'on veut, il est loisible de les faire passer par leur situation repère ou d'équilibre. En appelant, avec M. Lucas, travail *morphique* celui qui est à exercer sur les points d'un système en surmontant les forces qui les animent pour l'amener de la *forme* qu'il possède à un instant quelconque à la forme d'équilibre que lui donne l'ensemble des situations repères de ses points, on aura une différence de deux travaux morphiques pour le travail opéré entre deux situations quelconques, quelque éloignés qu'aient été l'un de l'autre les deux instants où ces situations étaient occupées par les points.

» D'où un second théorème, consistant en ce que ce travail a pour valeur, si les situations extrêmes sont l'une et l'autre peu écartées de la situation d'équilibre dynamique, *l'excès, l'une sur l'autre, de deux demi-sommes, étendues à tous les points du système, de produits de masses, d'accélérations et de déplacements ou écarts, comme ceux qui sont énoncés dans le théorème qui précède.*

» Ce travail opéré entre deux instants ou deux situations doit être égal, comme on sait, à l'augmentation de la demi-force vive, que M. Lucas appelle le *travail impulsif*.

» L'augmentation du travail impulsif est égal, ainsi, à la diminution du travail morphique; d'où il suit qu'on doit avoir une quantité constante pour la somme de ces deux sortes de travaux, somme que M. Lucas appelle le *travail emmagasiné* dans le système.

» Comme les vitesses dans les sens des coordonnées sont les dérivées premières des déplacements par rapport au temps, et comme les forces sont les produits des masses par les dérivées secondes, on tire de là ce troisième théorème relatif aux petits mouvements définis ci-dessus : *Que la somme des produits des masses des points par les carrés des dérivées premières, par rapport au temps, de leurs déplacements ou écarts projetés dans trois sens rectangulaires, diminués de tous les produits de ces écarts par leurs dérivées secondes, est une quantité indépendante du temps.*

» La connaissance des déplacements, ou écarts de la situation d'équilibre, qui doivent entrer dans cet énoncé, dépend de l'intégration des équations différentielles linéaires du second ordre ci-dessus, équations au nombre de $3n$, si n est le nombre des points du système.

» Une quelconque de leurs intégrales *particulières*, pour chaque déplacement projeté suivant les x, ou y, ou z, est une quantité périodique, soit un produit d'une constante λ, la même pour tous les points et pour toutes les projections, d'un paramètre h, ou k, ou l, qui varie de l'un à l'autre, et du cosinus d'un binôme $t\sqrt{s}+\varepsilon$ où le temps t est engagé au premier degré, son coefficient $\sqrt{s}$, ou la période $\frac{2\pi}{\sqrt{s}}$, ayant la même valeur pour tous les points. En substituant dans les équations différentielles, aux $3n$ déplacements projetés, ce qui résulte d'un de ces systèmes d'intégrales particulières, le cosinus et la constante λ disparaissent comme affectant tous les termes; il reste $3n$ équations où les $3n$ paramètres appelés h, k, l, selon qu'ils appartiennent aux projections des déplacements sur les x, les y, les z, ne sont engagés qu'au premier degré. En éléminant leurs $3n-1$ rapport

à l'un d'entre eux pris à volonté, il reste une équation algébrique du degré $3n$ en s, dite *caractéristique*. Comme son premier membre (si l'on met zéro au second) est un déterminant *symétrique*, elle a toutes ses racines réelles; elle doit même les avoir positives si la situation repère offre, comme on le suppose, un équilibre stable.

» A chacune des valeurs de ce paramètre principal s répond une des intégrales particulières, en sorte que les intégrales complètes, sommes de toutes celles-ci, ou les valeurs des $3n$ petits déplacements projetés, donnent pour chaque point un mouvement résultant de la superposition d'un nombre fini, mais considérable, de mouvements pendulaires simples et isochrones de diverses périodes, qui s'exécuteraient parallèlement à chacun des trois axes coördonnés.

» Les $6n$ constantes d'intégration, appelées λ et ε, se détermineraient par la condition que, pour un temps quelconque pris pour initial, les $3n$ petits déplacements, et les $3n$ vitesses, aient des grandeurs données.

» En substituant ces intégrales complètes aux déplacements qui entrent dans l'expression de la quantité ci-dessus, appelée par M. Lucas *travail emmagasiné*, qui doit rester indépendante du temps d'après son *troisième théorème*, on aperçoit que les seuls termes de cette expression où le temps se trouve engagé sont affectés de sommes

$$\mathrm{S}m(h'h'' + k'k'' + l'l'')$$

de produits des masses m de tous les points par des trinômes composés avec tous les produits deux à deux des paramètres h, k, l de même nom relatifs à un même point, mais à deux de ses mouvements simples composants. Toutes ces sommes S doivent être nulles séparément; car on peut toujours, sans changer aucunement les paramètres h, k, l, qui dépendent uniquement de la constitution du système indépendamment de ses mouvements, prendre les données initiales, qui sont au nombre de $6n$, de manière que les $3n$ constantes d'intégration appelées λ soient nulles, hors deux d'entre elles, ou de manière que les mouvements simples composants se réduisent à deux, et qu'une seule des sommes $\mathrm{S}m(\ldots)$, choisie à volonté, subsiste dans l'expression en question. Cela entraîne la nullité nécessaire de cette somme, *et de même des autres*.

» M. Lucas, par une analyse spéciale, étend ce résultat au cas où des points du système, en nombre quelconque, sont fixes; ce qui pouvait être conclu aussi en regardant ces points comme des centres d'action de forces extérieures.

» Des propriétés connues des déterminants, M. Lucas déduit que quand les forces, même extérieures, agissant sur tous les points, ont leurs sommes totales de composantes nulles dans les trois sens, l'équation au paramètre principal s a trois racines zéro, et qu'il y a nécessité d'ajouter des termes non périodiques aux intégrales pour les rendre complètes. Il en résulte, dans l'expression qui doit rester indépendante du temps, que les sinus et cosinus où le temps est engagé se trouvent multipliés par d'autres sommes, de la forme $\mathrm{S}m(ah' + bk' + cl')$. Un raisonnement semblable à celui qui précède prouve qu'elles doivent toutes s'annuler séparément comme les autres.

» Cette nullité des deux espèces de sommes dont nous parlons, étant introduite dans l'expression de la force vive due aux mouvements vibratoires, la réduit à une forme simple, expression du théorème suivant :

» *La force vive due à un mouvement vibratoire composé est,* à chaque instant et exactement, *égale à la somme des forces vives qui seraient dues séparément aux mouvements simples pendulaires, isochrones et rectilignes qui le composent.* S'il s'y joint un mouvement général de translation, la force vive qui lui serait due, séparément aussi, s'y ajoute.

» Ce théorème, qui paraît susceptible de recevoir des applications dans des théories dont s'occupent beaucoup les physiciens, avait été aperçu et constaté par l'un de nous, pour un grand nombre de cas particuliers de vibrations de tiges en forme de prisme, ou de pyramide tronquée, jointes ensemble, ainsi qu'à des masses censées rigides comme celles qui les ont heurtées longitudinalement ou transversalement, et aussi pour les sphères vibrantes envisagées par Poisson, etc. (*). La force vive, due à des vitesses dont les projections sur trois axes rectangulaires sont sommes d'un nombre quelconque de vitesses composantes, est évidemment égale à la somme des forces vives dues à celles-ci, plus des termes où les carrés des vitesses composantes sont remplacés par tous leurs doubles produits deux à deux. Or, dans ces divers cas particuliers, les termes affectés des doubles produits donnaient constamment, pour tout le système, une somme nulle, en vertu de ces relations qui servent à éliminer tous les termes, hors un, des séries infinies donnant les solutions d'équations aux dérivées partielles du second et du quatrième ordre, quand on veut déterminer leurs coefficients de manière à satisfaire aux conditions définies initiales. Il ne reste, ainsi, que l'égalité de la force vive due aux mouvements totaux ou effectifs à la somme des forces vives dues aux mouvements simples composants.

(*) *Comptes rendus*, t. LX, p. 42, 732; t. LXI, p. 33; t. LXII, p. 180.

» Mais une démonstration générale de ce théorème était à désirer. On voit qu'elle se trouve dans le Mémoire dont nous rendons compte.

» M. Lucas tire facilement, des mêmes considérations, un autre théorème qui paraît entièrement nouveau. C'est que, malgré le changement continuel de grandeur et de direction des forces, tant intérieures qu'extérieures, qui agissent sur les points matériels d'un système vibrant, si ces forces ne sont que de celles qui ont un potentiel, ou dont les intensités, et, par suite, le travail, ne dépendent que des positions initiales et finales des points sur lesquels elles agissent, ce travail, pour les mouvements vibratoires effectifs ou composés, *est égal, entre deux instants proches ou éloignés, à la somme des travaux qui seraient dus à chacun des mouvements simples pendulaires isochrones qui les forment par leur superposition.*

» Au lieu d'ajouter la demi-force vive à ce même travail *morphique* que nous avons défini, si l'on retranche celui-ci de celle-là, on trouve une expression dont M. Lucas déduit que l'excès de l'une sur l'autre *est égal au quart de la dérivée seconde, par rapport au temps, de la somme des produits obtenus en multipliant la masse de chaque point par le carré de la petite distance où il est de la position pour laquelle les forces se font équilibre sur lui.*

» Ce quart de dérivée seconde d'une somme, qui diffère de la force vive en ce que les vitesses sont remplacées par des distances, figure à des équations données par M. Clausius dans sa Communication du 20 juin 1870, reproduite avec des développements le 21 octobre dernier (*).

» On peut voir aussi que l'expression donnée par M. Lucas, pour le travail dit *morphique*, ramenant le système d'une situation quelconque à sa situation d'équilibre dont on la suppose très-voisine, est de même forme que le *viriel* de notre illustre Correspondant, et lui serait identique si, au lieu d'une seule origine de coordonnées, on prenait comme telle, pour chaque point, sa situation d'équilibre. Mais les résultats obtenus par M. Lucas ne nous paraissent pas être, pour cela, la reproduction d'aucun de ceux de M. Clausius. Et ils y ajoutent en montrant que le *viriel*, ou tout au moins celui qui serait à origine multiple, peut être décomposé en ceux qui viendraient des divers mouvements simples formant ensemble le mouvement réel, sans avoir besoin de considérer seulement sa valeur moyenne pour un temps d'une longueur suffisante.

» En remarquant que pour chaque mouvement pendulaire simple com-

---

(*) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 1314, et LXXV, p. 912. *Voir* aussi les Communications de M. Villarceau, des 29 juillet et 12 août 1872, t. LXXV, p. 232 et 377.

posant, l'accélération, au signe près, est égale au produit du déplacement de même sens, par ce paramètre *s* dont on tire les temps périodiques, M. Lucas trouve encore que la somme des produits de masses et de carrés de petites distances dont il vient d'être question, *se décompose lui-même, comme la force vive, dans les sommes des produits pareils qui viendraient séparément de tous les mouvements simples composants.*

» La même remarque, relative aux mouvements pendulaires, lui avait déjà montré que le travail morphique seul *est égal à la moitié de la somme des produits des masses par les valeurs de ce paramètre principal s et par les carrés des déplacements partiels opérés en vertu des mouvements composants.*

» Enfin, en appliquant à un système composé d'éléments solides, au lieu de l'être de points isolés, l'équation qui exprime analytiquement le troisième théorème, et dont le second membre est une quantité constante ou indépendante du temps, M. Lucas, par une et par deux différentiations, en tire deux autres équations d'une forme assez simple, qui pourraient être traduites aussi en théorèmes.

» Vos Commissaires, au résumé, tout en ne se prononçant pas au sujet de savoir si les dénominations de travail morphique, travail impulsif et travail emmagasiné, offrent plus d'avantage que celles d'énergie potentielle, énergie actuelle et énergie totale de M. Rankine, sont, quant au fond, unanimement d'avis que l'analyse de M. Lucas, et les théorèmes nombreux qu'il en déduit d'une manière simple, offrent un grand intérêt. Ils vous proposent, en conséquence, l'approbation du Mémoire présenté par lui, et son insertion au *Recueil des Savants étrangers.* »

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE POLITIQUE. — *De l'utilité d'une institution scientifique permanente en Algérie;* Note de M. **Marès.**

(Commissaires : MM. Faye, Elie de Beaumont, Dumas, de Quatrefages, Jurien de la Gravière.)

« Au moment où la France vient d'éprouver de si terribles revers et de perdre 1 500 000 habitants, il serait temps enfin de penser d'une manière serieuse à mettre en œuvre tous les moyens propres à aider à la colonisation de l'Algérie. Les idées les plus erronées ont cours encore sur cette magnifique contrée ou plusieurs millions de Français vivraient à l'aise et

offriraient à la mère patrie, à quelques pas d'elle, une source inépuisable de richesse et de puissance.

» Des études scientifiques bien dirigées pourraient rendre les plus grands services. Le gouvernement l'avait bien compris lorsque, dès 1838, il formait la Commission scientifique de l'Algérie ; mais le zèle et le courage de nos savants ont échoué en partie devant les difficultés provenant d'un manque absolu de sécurité et d'une mauvaise direction. Cette Commission a laissé néanmoins de beaux et bons travaux dont l'utilité prouve quel bien elle aurait pu faire.

» Le besoin d'une institution scientifique est indiqué par les efforts qui ont été faits en Algérie même. Malgré le peu de densité de la population, malgré les occupations excessives de chacun et le peu de ressources dont on dispose, il s'est néanmoins formé plusieurs Sociétés pour l'Agriculture, les Sciences physiques et naturelles, la Médecine, l'Histoire, l'Archéologie, dont la marche et les études permettent d'apprécier la valeur et le nombre des hommes éclairés que la colonie renferme.

» Les travaux accomplis jusqu'ici portent généralement l'empreinte des besoins immédiats de la colonisation ou sont le résultat d'une forte impulsion donnée par une direction puissante.

» Ainsi dans les sciences mathématiques, la *Géodésie* a été l'objet de travaux actifs et suivis, grâce à l'initiative du Ministère de la Guerre.

» L'Académie en a entendu récemment une analyse savante qui nous permet de nous borner à les rappeler.

» La *Navigation* a repris les travaux du commandant Bérard et a terminé un levé topographique des côtes à $\frac{1}{250000}$, en s'appuyant sur la géodésie de l'État-Major.

» Le *Génie militaire*, avec l'aide énergique de l'armée, a rapidement établi un premier réseau de routes stratégiques ; aujourd'hui, avec l'aide du *Génie civil*, les deux plus grandes lignes sont achevées ; enfin deux voies ferrées relient Oran à Alger et Philippeville à Constantine.

» Toutes les études qui se rapportent à l'observation directe des phénomènes naturels trouvent en Algérie un des plus beaux champs de recherches que puisse rêver l'homme de science.

» Le grand massif de l'Atlas, pris dans son ensemble, s'étend parallèlement à la côte qu'il occupe sur toute sa longueur, et présente, entre la Méditerranée et le Sahara, un développement moyen de 300 kilomètres.

» Son versant nord, abrupte ou ondulé, commence souvent au bord même de la mer et s'élève assez rapidement, en s'éloignant du rivage.

» Sa croupe est occupée, tantôt par des palmiers immenses, dont le niveau se maintient entre 150 mètres et 1200 mètres d'altitude (1), tantôt par des massifs montagneux, dont les pics élevés dépassent 2000 mètres.

» Son flanc sud se termine presque toujours par des rides linéaires, dont les assises rocheuses, aussi régulières que de grandes digues, plongent à pic dans les plaines sans limite du désert.

» C'est cette disposition orographique qui donne à l'Algérie une si grande variété de climats, et qui multiplie à un point extraordinaire les sujets d'études; mais la proximité du grand Sahara d'un côté, et de l'autre celle de la mer impriment au versant sud une empreinte générale désertique et au versant nord une empreinte générale méditerranéenne, dont on retrouve constamment les traces. Le rôle de chacune de ces deux influences si différentes peut donner aux études des sciences physiques et naturelles le plus vif intérêt.

» La *Chimie* n'a pas fait encore d'investigation sérieuse; il n'existe aucun laboratoire d'études ou de recherches ouvert au public, et son utilité serait immense.

» La *Géologie* a fait des progrès depuis quelques années. Les premières investigations de MM. Rozet, de Verneuil, Fournel, Renou et Ville avaient donné une idée générale des terrains de l'Algérie. Plus tard différentes Notes et quelques bons travaux ont fait connaître d'une manière plus détaillée les divers horizons stratigraphiques; mais ces études n'embrassent encore que les contrées très-limitées. Les *mines* donnent déjà des résultats très-productifs, surtout dans l'est. Mais un grand nombre de points restent à explorer.

» La *Botanique* est une des sciences qui ont été le plus étudiées. M. Durieu de Maisonneuve, M. Cosson et plusieurs botanistes algériens nous ont fait connaître le plus grand nombre des plantes existantes, jusque dans les parties désertiques, ainsi que leur distribution géographique, et ils ont signalé et décrit les espèces nouvelles.

» Ces recherches et les travaux de *Physiologie végétale*, qui devront leur succéder, aideront, il faut l'espérer, à la question du reboisement devenu désormais indispensable dans le Tell.

» Depuis la publication des travaux de la Commission scientifique, il s'est produit en *Zoologie* un certain nombre de Notes, de recherches parti-

(1) Hauts plateaux — steppes.

culières qui ont fait l'objet de thèses, de publications diverses ou d'articles insérés dans le *Bulletin de la Société climatologique d'Alger*.

» Dans notre colonie, l'*Agriculture* n'est pas soumise aux mêmes conditions qu'en France, et l'agronome le plus habile de l'Europe s'y sent immédiatement dépaysé : il l'est d'autant plus qu'aucune étude préparatoire, aucune tradition ne vient l'aider.

» Les pluies sont abondantes près du littoral; elles tombent par intervalles pendant huit et même neuf mois de l'année, et donnent une moyenne de $0^m,90$ environ. La température est très-douce dans les parties basses du Tell, et cette chaleur relative permet à la végétation de pousser dès les premières pluies de l'automne et dans les mois d'hiver. A la période humide succède un soleil ardent qui amène une sécheresse excessive en rompant l'équilibre entre la tension de la vapeur d'eau, contenue dans l'atmosphère, et celle contenue dans le sol, et qui fait périr la végétation herbacée. Il en résulte une sorte de transposition des saisons, que l'agriculteur européen ne saurait trop observer. Néanmoins, la beauté du climat du Tell, la bonté de ses terres, l'action puissante du soleil sur leur fertilité, tout concourt à faire de ce pays une des plus riches contrées agricoles : son antique renommée peut se confirmer de nouveau.

» A l'époque de la conquête, le commerce était presque nul; en 1851 il s'élevait à 86 millions; aujourd'hui il arrive à 297 millions. Les exportations comptent pour 72 450 000 francs, sur lesquels 70 275 000 francs sont uniquement dus à l'agriculture algérienne, et les 218 000 Européens, auxquels ces résultats sont presque exclusivement dus, n'occupent que 600 000 hectares sur 14 millions d'hectares que compte le Tell seul, c'est-à-dire la zone facilement colonisable par nous.

» La *Médecine* est une des sciences qui ont été le mieux représentées; elle a accompli de nombreux travaux théoriques et pratiques. Aujourd'hui, par l'écoulement des marais et par des cultures régulières, on a assaini la plupart des pays les plus malsains. La population vit bien, même dans les pays réputés autrefois comme les plus insalubres, et les naissances ont été de 146, pour 100 décès, dans ces dernières années.

» La Commission scientifique a publié d'excellents travaux géographiques, auxquels sont venus s'ajouter, depuis, ceux de plusieurs voyageurs particuliers et des officiers en mission. Les bassins fermés des hauts plateaux et du Sahara, des cours d'eau souterrains de plusieurs centaines de kilomètres de long; le climat, les productions, les races authoctones ou conquérantes; les ruines de tous les âges, restes de nombreux villages for-

tifiés que l'on trouve à chaque instant dans l'Atlas ou le Sahara, et qui dévoilent des massacres féroces et fréquents de tribus à tribus, sont autant de faits qui prouvent l'intérêt que présente à divers points de vue la géographie algérienne.

» Enfin l'Archéologie historique et préhistorique offre un immense champ à peine effleuré propre à éclairer non-seulement l'histoire complète de cette contrée, mais à fournir les enseignements les plus utiles pour le renouvellement de sa colonisation.

» Cette courte Note montre que les sciences qui font l'objet des études de corps spéciaux ont progressé et ont été appliquées avec rapidité. Elle fait voir que les Algériens, en fondant des Sociétés qui se sont livrées à des études sérieuses, ont prouvé tout le prix qu'ils attachaient aux recherches scientifiques.

» Si la France veut que le progrès de la colonie soit rapide, elle ne doit pas oublier que l'Algérie, tout en se peuplant d'hommes civilisés, doit s'aider aussi des moyens puissants dont la civilisation dispose aujourd'hui, et que c'est principalement par les sciences et dans le pays même que ces moyens pourront être utilement appropriés aux besoins particuliers d'une région nouvelle.

» Le développement des arts industriels et agricoles ne peut être rapide et sûr qu'à la condition d'être dirigé par les théories scientifiques ou par les vues élevées de l'esprit qui guident et fécondent les travaux pratiques des masses laborieuses. Les progrès accomplis dans la mère patrie et dans tous les pays civilisés, depuis le commencement du siècle, en offrent une preuve remarquable.

» Un corps savant, qui serait placé à l'entrée de la France africaine, pionnier scientifique actif de ces contrées peu connues, tiendrait à honneur d'être considéré comme une émanation de l'Institut, dont la puissance morale a grandi devant nos malheurs, et dont la prépondérance scientifique s'affirme plus que jamais!

» Je serais heureux, si le tableau des ressources que l'Algérie possède et qu'elle offre, à la fois, à la science et au pays pouvait exciter l'intérêt de l'Académie et contribuer à la création d'une institution capable de lui servir d'interprète et d'auxiliaire dans notre colonie africaine. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THERMODYNAMIQUE. — *Relation entre la pression et le volume de la vapeur d'eau saturée qui se détend en produisant du travail, sans addition ni soustraction de chaleur.* Note de **M. H. Resal**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Soient V, p, ρ, r le volume, la pression, la densité, la chaleur de volatilisation de la vapeur d'eau saturée à t_0; c la chaleur spécifique de l'eau à la même température. En admettant que l'indice 0 se rapporte à un poids déterminé de vapeur saturée sèche, et l'indice 1 à la vapeur non condensée pendant la détente, on a, en transformant convenablement une équation de M. Clausius,

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{273 + t_1}{r_1} \frac{\rho_0}{\rho_1} \left(\frac{r_0}{273 + t_0} - 2,30258 \frac{c_0 + c_1}{2} \log \frac{273 + t_1}{273 + t_0} \right).$$

» J'ai considéré successivement des valeurs décroissantes de t_0, de 10 en 10 degrés, à partir de 200 jusqu'à 110 degrés; pour chacune d'elles, j'ai fait décroître t_1, de 10 en 10 degrés, depuis $t_0 - 10$; j'ai pu ainsi former des tables donnant des valeurs de $\frac{V_1}{V_0}$, en regard desquelles j'ai placé les valeurs correspondantes de $\frac{p_0}{p_1}$, et j'ai reconnu que la relation

$$\frac{p_0}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^{1,133}$$

s'accorde d'une manière très-satisfaisante avec les éléments de ces tables, entre les limites 1,25 et 15,37 de $\frac{V_1}{V_0}$. »

ANALYSE. — *Théorie des résidus des intégrales d'ordre quelconque.* Mémoire de **M. Max. Marie**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Hermite, O. Bonnet, Puiseux.)

« Il était indispensable, pour permettre la comparaison entre les deux méthodes d'étude des intégrales, d'étendre aux intégrales doubles celle que Cauchy avait donnée pour les intégrales simples; mais, la conclusion étant facile à tirer maintenant, je ne pense pas que personne songe jamais à étendre la méthode de Cauchy aux intégrales d'ordre quelconque.

» Je n'y songe pas davantage, quoique la chose pût paraître facile.

» Mais je crois devoir faire une exception en faveur de la belle théorie des résidus, qui constituera un titre permanent de gloire pour l'illustre maître dont personne ne saurait admirer plus que moi le génie exceptionnel et les merveilleuses ressources, puisqu'il m'a été donné de montrer qu'il savait résoudre les questions les plus ardues sans les embrasser, c'est-à-dire sans les envisager que par le plus petit côté.

» Je me bornerai à l'exemple d'une intégrale triple.

» Les idées sont d'autant plus faciles à exprimer, et plus nettes, que l'on se retranche davantage dans le domaine concret; on repasse d'ailleurs ensuite toujours aisément du point de vue concret au point de vue abstrait. Je supposerai donc qu'il s'agisse de l'intégrale qui exprimerait la masse d'un corps dont la densité en chaque point serait une fonction donnée des coordonnées de ce point.

» Soient x, y, z les coordonnées orthogonales d'un point de l'intérieur d'un corps, et D la densité du corps en ce point, laquelle sera donnée par une équation entre x, y, z et D. Supposons qu'on sache que cette densité devient infinie en chacun des points d'une surface $F(x, y, z) = 0$, de sorte que l'on pourra concevoir D exprimé par

$$D = \frac{\varphi(x, y, z)}{F(x, y, z)}.$$

Soit x_1, y_1, z_1 une solution de $F = 0$; si l'on pose

$$x = x_1 + X, \quad y = y_1 + Y, \quad z = z_1 + Z,$$

on en déduira

$$D = \frac{\varphi(x_1, y_1, z_1) + \ldots}{aX + bY + cZ + \ldots},$$

les termes non écrits au numérateur contenant en facteurs des puissances quelconques de X, Y, Z, ceux omis au dénominateur étant au moins du second degré par rapport à X, Y et Z, et $aX + bY + cZ$ désignant le premier membre de l'équation du plan tangent à la surface $F = 0$ au point x_1, y_1, z_1.

» La période de l'intégrale

$$\iiint dx\,dy\,dz\,\frac{\varphi(x, y, z)}{F(x, y, z)}$$

doit être le résidu de cette intégrale relatif à la surface $F = 0$, c'est-à-dire la valeur finie qu'elle pourrait acquérir sans que x, y et z eussent pris que

des valeurs infiniment peu éloignées de satisfaire à l'équation $F = 0$; et cette valeur de l'intégrale doit rester la même quel que soit l'ensemble fermé de valeurs attribuées aux variables, pourvu que cet ensemble enveloppe toujours le système des solutions de $F = 0$.

» Pour trouver ce résidu, il faudra constituer une portion définie de l'intégrale indéfinie $\Sigma D\,dx\,dy\,dz$, et chercher ensuite la quantité finie à laquelle se réduirait cette portion lorsqu'elle viendrait se confondre avec la masse de la surface $F = 0$, à laquelle on supposerait une épaisseur imaginaire infiniment petite.

» Pour y arriver, considérons une surface quelconque

$$F_1(x, y, z) = 0;$$

menons par tous les points x_1, y_1, z_1 de cette surface des parallèles à une droite quelconque $\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \frac{z}{\cos\gamma}$, limitons ces parallèles à des points arbitrairement choisis, formant une autre surface $F'_1(x, y, z) = 0$, et concevons la masse de la portion du corps comprise entre les deux surfaces $F_1 = 0$ et $F'_1 = 0$: cette masse sera une portion définie de l'intégrale proposée.

» L'élément de cette portion sera le produit de l'intégrale $\frac{1}{\cos\gamma}\int D\,dz$, prise le long de la droite

$$\frac{x - x_1}{\cos\alpha} = \frac{y - y_1}{\cos\beta} = \frac{z - z_1}{\cos\gamma},$$

entre les z des points de rencontre avec les surfaces $F_1 = 0$ et $F'_1 = 0$, par l'élément ds_1 de la surface de base $F_1 = 0$, et par le cosinus de l'angle de la direction $\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \frac{z}{\cos\gamma}$ avec celle de la normale en x_1, y_1, z_1 à $F_1 = 0$.

» Cet élément sera donc

$$\frac{1}{\cos\gamma}\,ds_1\,\frac{\cos\alpha\,\frac{dF_1}{dx_1} + \cos\beta\,\frac{dF_1}{dy_1} + \cos\gamma\,\frac{dF_1}{dz_1}}{\sqrt{\left(\frac{dF_1}{dx_1}\right)^2 + \left(\frac{dF_1}{dy_1}\right)^2 + \left(\frac{dF_1}{dz_1}\right)^2}}\int D\,dz.$$

» Ramenons maintenant la surface $F_1 = 0$ en coïncidence avec $F = 0$, comme on ne donnera plus à x, y et z que des valeurs différant infiniment peu respectivement des coordonnées des points de $F = 0$, D pourra être réduit à

$$\cos\nu\,\frac{\varphi(x_1, y_1, z_1)}{(a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma)\,z};$$

de sorte que l'élément de l'intégrale deviendra

$$\varphi(x_1, y_1, z_1)\, ds\, \frac{\cos\alpha \dfrac{dF}{dx_1} + \cos\beta \dfrac{dF}{dy_1} + \cos\gamma \dfrac{dF}{dz_1}}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}} \int \frac{dz}{(a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma)\, z}.$$

» Si z croît de z_1 à une valeur quelconque, l'intégrale

$$\int \frac{dz}{(a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma)\, z}$$

prendra une valeur à laquelle on pourra ajouter

$$\frac{2\pi\sqrt{-1}}{a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma};$$

l'élément de l'intégrale triple pourra donc être augmenté de

$$\frac{2\pi\sqrt{-1}\,\varphi(x_1, y_1, z_1)}{a\cos\alpha + b\cos\beta + c\cos\gamma}\, ds\, \frac{\cos\alpha \dfrac{dF}{dx_1} + \cos\beta \dfrac{dF}{dy_1} + \cos\gamma \dfrac{dF}{dz_1}}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}},$$

qui est l'élément de la période ou du résidu.

» Mais le plan tangent à $F = 0$ au point x_1, y_1, z_1 étant

$$ax + by + cz = 0,$$

a, b, c sont respectivement égaux à $\frac{dF}{dx_1}, \frac{dF}{dy_1}, \frac{dF}{dz_1}$; de sorte que l'expression précédente se réduit à

$$\frac{2\pi\sqrt{-1}\,\varphi(x_1, y_1, z_1)\, ds}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}},$$

et que le résidu lui-même est représenté par

$$2\pi\sqrt{-1} \sum \frac{\varphi(x_1, y_1, z_1)\, ds}{\sqrt{\left(\dfrac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\dfrac{dF}{dz_1}\right)^2}},$$

cette intégrale devant être prise dans toute l'étendue de $F = 0$, si cette surface est fermée, ou s'étendre seulement à une portion de cette surface limitée par une courbe le long de laquelle $\varphi(x_1, y_1, z_1)$ serait nul.

» On pourrait remplacer ds par

$$dx_1\, dy_1\, \frac{\sqrt{\left(\frac{dF}{dx_1}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dy_1}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dz_1}\right)^2}}{\frac{dF}{dz_1}},$$

ce qui donnerait, pour la valeur du résidu,

$$2\pi\sqrt{-1}\int\int \frac{\varphi(x_1, y_1, z_1)\, dx_1\, dy_1}{\frac{dF}{dz_1}}. \text{ »}$$

THERMODYNAMIQUE. — *De la définition de la température dans la théorie mécanique de la chaleur et de l'interprétation physique du second principe fondamental de cette théorie;* Mémoire de **M. E. Mallard**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« L'étude des phénomènes calorifiques conduit à introduire dans la science deux quantités *sui generis*, la calorie et la température, que toute théorie doit nécessairement définir.

» La thermodynamique définit la calorie d'une manière très-nette; elle ne définit la température qu'indirectement et au moyen du théorème de Carnot; de là, la marche pénible et embarrassée de la théorie. Je me suis proposé de remédier à ce défaut.

» Dans la première partie du travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je démontre que le théorème de Carnot est identique au suivant : *La force vive moyenne d'un atome faisant partie d'un corps dont la température absolue est* τ *peut être exprimée par* $a\tau$, *a étant un coefficient spécifique qui ne peut dépendre que de la nature de l'atome.*

» Voici quelle est, sommairement exposée, la démonstration de cette proposition :

» Si nous produisons un changement d'état élémentaire dans un corps soumis à chaque instant à des forces extérieures qui font équilibre aux forces intérieures, nous aurons

$$d\varpi + E\,dQ = d\Pi + d\Phi + d\Psi,$$

$d\varpi$ étant la variation de travail extérieur, dQ la quantité de chaleur fournie au corps, $d\Pi$ la variation de la fonction potentielle correspondant au déplacement de la position moyenne de chaque atome, $d\Phi$ la variation de

l'énergie actuelle, et $d\Psi$ la variation de cette partie de l'énergie potentielle moyenne qui dépend de mouvement vibratoire. A cause de l'équilibre constant entre les forces extérieures et les forces intérieures, on a

$$d\varpi = d\Pi,$$

et il reste

$$\mathrm{E}d\mathrm{Q} = d\Phi + d\Psi.$$

» Au lieu de déterminer, suivant l'usage, l'état du corps à chaque instant par deux quantités telles que la pression p et le volume v, je suppose cet état déterminé par deux variables auxiliaires F et R, choisies de manière que

$$\mathrm{FR} = 2\Phi, \quad \mathrm{F}d\mathrm{R} = d\Psi.$$

» Les lignes d'égale énergie seront alors des hyperboles équilatères

$$\mathrm{FR} = 2\Phi. \tag{1}$$

» Les lignes adiabatiques satisfont à l'équation

$$\mathrm{F}d\mathrm{Q} = \mathrm{F}d\mathrm{R} + d\Psi = 0,$$

ou

$$\mathrm{FR}^3 = \mathrm{const.} \tag{2}$$

» Les équations (1) et (2) ayant mêmes formes que les équations de lignes isothermiques et adiabatiques pour les gaz parfaits, on en déduit des conséquences analogues; à savoir que si Q_0 est la quantité de chaleur fournie au corps dans un cycle analogue à celui de Carnot, suivant la ligne d'égale énergie Φ_0, et Q_1 la quantité de chaleur dépensée par le corps pendant ce cycle suivant la ligne d'égale énergie Φ_1,

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{\Phi_0}{\Phi_1}.$$

» Supposons Q_0 et Q_1 infiniment petits, ainsi que les arcs des lignes d'égale énergie qui leur correspondent. Menons par le point d'intersection de la ligne d'égale énergie Φ_0, et de la ligne adiabatique de gauche un arc infiniment petit d'une courbe isotherme s'arrêtant à la ligne adiabatique de droite; faisons la même construction pour le point d'intersection de la courbe d'égale énergie Φ_1 et de la ligne adiabatique de gauche. Les quantités de chaleur Q'_0 et Q'_1 qu'il faudra respectivement fournir et soustraire au corps suivant les arcs isothermes ainsi tracés seront, en vertu du théorème de

Carnot, liés par la relation

$$\frac{Q'_0}{Q'_1} = \frac{\tau_0}{\tau_1},$$

τ_0 et τ_1 étant les températures absolues correspondant à chacune des lignes isothermes.

» Or on démontre aisément que Q_0 et Q'_0, Q_1 et Q'_1 ne diffèrent respectivement que de quantités infiniment petites du second ordre. On a donc

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{Q'_0}{Q'_1} = \frac{\tau_0}{\tau_1} = \frac{\Phi_0}{\Phi_1},$$

d'où l'on déduit enfin la relation générale entre l'énergie actuelle moyenne Φ et la température absolue τ

$$\Phi = \beta\tau,$$

β étant un coefficient spécifique qui ne peut dépendre que de la nature du corps.

» Cette équation, vraie pour un corps ou portion de corps quelconque, l'est encore pour un atome. D'où le théorème énoncé plus haut.

» Dans la seconde partie de mon travail, je démontre que si, comme l'expérience l'indique, l'état d'un corps est déterminé lorsque, l'arrangement atomique produit par un certain équilibre entre les forces extérieures et les forces intérieures étant connu, on donne une seule quantité, la température, cela provient de ce que les atomes, au lieu d'être seulement en présence les uns des autres, sont soumis à l'influence de l'éther, c'est-à-dire d'un fluide dont la période vibratoire a une durée extrêmement petite par rapport à la durée de la vibration atomique.

» Je montre que les $3n$ expressions qui déterminent les forces vives moyennes des n atomes, constituant un corps quelconque, renferment $3n$ constantes arbitraires, et qu'ainsi ces forces vives sont indépendantes de l'arrangement atomique et des forces mutuelles des atomes. Elles ne dépendent donc que de l'action de l'éther, de sorte que les atomes du corps vibrent comme si, le corps étant complétement désagrégé, les atomes, plongés au sein de l'éther, n'exerçaient plus aucune action les uns sur les autres.

» J'en conclus, par des considérations fort simples, que, si φ représente la force vive moyenne d'un atome ou celle du centre de gravité d'un système quelconque d'atomes en équilibre de température, on a

(3) $$\alpha\varphi = f(\tau)$$

α étant un coefficient spécifique et $f(\tau)$ une fonction de la température absolue qui est la même pour tous les atomes ou systèmes d'atomes.

» Enfin de la valeur, connue expérimentalement, de la force vive du centre de gravité de la molécule d'un gaz parfait quelconque, je déduis que α est le même pour tous les atomes ou systèmes d'atomes, et que l'équation (3) peut se mettre sous la forme

$$\varphi = a\tau,$$

a étant une constante qui joue, par rapport à la température, un rôle analogue à celui de l'équivalent mécanique par rapport à la calorie.

» C'est, avec un degré de généralité de plus, la conséquence que j'avais déduite du théorème de Carnot, qui se trouve ainsi, pour la première fois, je crois, démontré rationnellement.

» Ampère, dans une Note remarquable, insérée en 1835 dans le t. LVIII des *Annales de Chimie et de Physique*, avait indiqué des idées analogues à celles que je développe dans mon Mémoire.

» Dans un autre travail, j'indiquerai quelques-unes des conséquences les plus importantes que l'on peut déduire de ma théorie. J'insisterai particulièrement sur celles qui ont trait à la théorie du volume atomique des corps, théorie fort importante pour la Chimie et la Minéralogie, et dont l'étude a été le point de départ de mes recherches sur la Thermodynamique. »

PHYSIOLOGIE. — *Du rôle des gaz dans la coagulation du lait et la rigidité musculaire.* Mémoire de MM. **Ed. Mathieu** et **D. Urbain** (Extrait par les auteurs). — (Laboratoire de l'École centrale.)

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Cl. Bernard.)

« La plupart des substances azotées de l'économie animale, soustraites à l'influence de la vie, subissent une série de transformations dont le premier terme est connu sous le nom de coagulation. Ce changement d'état, qui doit aboutir à la putréfaction, est un phénomène d'ordre chimique; le lait et les muscles permettent d'en suivre les phases successives.

» La coagulation du lait et la rigidité des muscles présentent de nombreuses analogies : dans les conditions habituelles, la caséine et la musculine éprouvent cette première altération dans un milieu donnant la même réaction, et dont l'acidité, due au même acide, est précédée d'une oxydation. Pour les muscles, il est admis que les oxydations qui se produisent pendant la vie continuent après la mort; mais, pour le lait, une oxydation n'est rien moins que démontrée.

» L'analyse des gaz contenus en dissolution dans le lait accuse une proportion d'oxygène qui oscille entre $0^{cc},20$ et $0^{cc},40$ pour un décilitre, et une proportion d'acide carbonique de 4 centimètres cubes à 18 centimètres cubes, qui augmente avec le temps. La faible quantité d'oxygène dissous dans le lait pouvait dépendre d'une absorption incessante de ce gaz, en rapport avec le volume croissant de l'acide carbonique; mais ce n'était là qu'une indication, les preuves directes étaient à rechercher. Quelques centimètres cubes de lait, abandonnés dans une éprouvette renversée sur le mercure, au contact d'une quantité d'air limitée, enlèvent peu à peu à celui-ci l'oxygène qu'il renferme, et dégagent une quantité à peu près équivalente d'acide carbonique. Cette véritable combustion est favorisée par une température tiède.

Quantités de gaz absorbées et éliminées par 10 centimètres cubes de lait.

	Température à 10 degrés.					T. 18°.	T. 32°.
	En 2h.	En 18h.	En 48h.	En 3j.	En 8j.	En 24h.	En 24h.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
O absorbé.......	0,90	1,32	1,75	2,46	5,66	2,62	5,00
CO^2 dégagée.....	traces	0,40	1,20	2,20	6,00	3,21	5,82

» Pouvait-on rattacher cette oxydation au phénomène de la coagulation? Si la relation existait, aucune coagulation ne devait se produire en l'absence de l'oxygène. Du lait, des portions de muscles, de petits animaux ont été abandonnés dans le vide, il en est résulté un retard manifeste dans la coagulation par les températures froides, moins marqué par les températures estivales. L'oxygène ne paraissait pas indispensable à la coagulation; mais, en recueillant les gaz dégagés dans le vide, on trouve de l'hydrogène et de l'acide carbonique dans le rapport de 10 à 12 centimètres cubes d'acide carbonique pour 1 centimètre cube d'hydrogène. Cette proportion exclut la fermentation butyrique, dont l'acide du reste n'a pas été retrouvé, et ces produits gazeux impliquent une dissociation des éléments constitutifs de la matière organique. Les oxydations qui accompagnent le développement de l'acidité et de la coagulation avaient pu se produire. On doit donc considérer l'absorption de l'oxygène comme la cause de l'acidité qui s'observe normalement.

» L'acide lactique, en effet, qui se rencontre dans le lait et dans les muscles coagulés à l'air ou dans le vide, est un produit d'oxydation du sucre. Une solution de glucose ou de lactose, à laquelle on ajoute un fragment de caséine, ou bien des *penicillium*, se transforme en acide lactique en absorbant de l'oxygène et en dégageant de l'acide carbonique.

10 centimètres cubes d'une solution de lactose en fermentation à l'air (*temp.* 18°).

	En 24 heures.	En 2 jours.	En 3 jours.	En 4 jours.	En 7 jours.
	cc	cc	cc	cc	cc
O absorbé...	0,76	0,70	2,50	5,73	9,10
CO^2 dégagé...	0,17	0,54	2,15	3,90	7,90

Lactose en fermentation dans le vide.

Gaz dégagés.	En 7 jours.	7 jours après.	En 10 jours.
	cc	cc	cc
H....	2,00	1,00	3,00
CO^2...	9,00	5,80	10,40

» Cette oxydation se produit même dans le vide, mais avec dégagement d'hydrogène.

» L'oxydation du sucre et sa conversion en acide lactique peuvent non-seulement être provoquées par un agent de fermentation, mais résulter de l'action directe d'une substance oxydante. Du sucre de lait en dissolution, auquel on ajoute peu à peu du permanganate de potasse et qu'on maintient à la température de zéro, donne naissance à de l'acide lactique. Il se forme du carbonate, en même temps que du lactate de potasse; celui-ci peut être séparé du lactose employé en excès, en reprenant par l'alcool. Si l'action du permanganate est moins ménagée, on obtient du formiate de potasse, ou même simplement du carbonate de cette base.

» Les acides lactique et carbonique, produits de l'oxydation du sucre, pouvaient être la cause de la coagulation du lait et aussi de la rigidité cadavérique, par accumulation dans les muscles après l'arrêt de la circulation. Une vérification portant sur un composé aussi complexe que le tissu musculaire était peu praticable, mais on pouvait la tenter sur de la caséine bien lavée et dégraissée. Si l'acide lactique était l'agent de la coagulation du lait, il devait se retrouver dans le caséum, car les acides minéraux entrent dans la constitution de la caséine qu'ils ont précipitée.

» On peut déceler par plusieurs procédés l'acide lactique dans la caséine coagulée spontanément; nous les énumérons tous, car chacun d'eux donne des indications sans permettre un dosage exact.

» L'acide azotique bouillant peut transformer l'acide lactique contenu dans un caséum normal en acide oxalique; celui-ci a des caractères faciles à reconnaître. On les obtient avec une caséine d'origine spontanée, mais non avec une caséine précipitée artificiellement par un acide autre que l'acide lactique.

» On sait que l'acide lactique, traité par l'acide sulfurique, dégage de l'oxyde de carbone. Cette réaction peut encore être appliquée; mais la caséine pure, l'albumine, etc., dégagent également de l'oxyde de carbone sous l'influence de l'acide sulfurique bouillant. Seulement, tandis qu'un gramme de caséine lactique donne 130 à 140 centimètres cubes environ

d'oxyde de carbone, une caséine acétique ou sulfurique n'en donne que 84 à 86 centimètres cubes.

» Enfin on peut retirer l'acide lactique en nature d'une caséine précipitée spontanément, soit en opérant par distillation, la caséine étant au préalable redissoute par la potasse, puis additionnée d'un léger excès d'acide sulfurique, soit en traitant simplement la caséine normale par l'alcool. Peu à peu l'alcool se substitue à l'acide lactique et celui-ci se dissout dans la liqueur. On reconnaît sa nature en saturant le liquide par du carbonate de zinc et en évaporant. L'alcool peut servir également à retrouver les acides organiques, acétique ou tannique, qui ont servi à la coagulation, mais non les acides minéraux.

» Malgré les preuves qui s'accumulent pour faire ranger la coagulation des substances albuminoïdes parmi les phénomènes purement chimiques, on a fait certaines objections à cette manière de voir.

» On peut coaguler un lait rendu alcalin en y laissant macérer quelque temps une membrane animale, et en le maintenant à une température de 50 à 60 degrés ; par suite, la coagulation serait sans relation avec l'acidité du lait. Deux simples remarques renversent cette objection. D'abord un lait très-récent, mélangé d'un sel alcalin, sulfate, chlorure, lactate, etc., se coagule immédiatement, dès qu'il est chauffé, l'acide du sel se combinant avec la caséine. Ensuite une membrane animale convertit très-rapidement, à une douce température, le sucre de lait en acide lactique, même dans un milieu alcalin. Par conséquent la coagulation, dans l'expérience citée, peut se produire, puisque l'acide lactique dont on a déterminé la formation n'est que masqué par l'alcali surajouté au lait.

» Une haute autorité scientifique a soulevé une difficulté de même ordre, à l'occasion de la rigidité musculaire. Les animaux qui meurent d'inanition, ou d'une autre mort détruisant la matière glycogène et le glucose dans l'organisme, sont pris, immédiatement après la mort, de rigidité, avec une alcalinité très-manifeste et persistante des muscles.

» Nous ne pouvons spécifier l'acide qui détermine la coagulation musculaire, les expériences directes nous font défaut. Si ce n'est l'acide lactique, ce peut être l'acide carbonique ; la globuline, par exemple, est coagulée à froid par l'acide carbonique. Quant à l'alcalinité du tissu musculaire qui peut accompagner sa coagulation, nous sommes en mesure de démontrer qu'elle est encore le résultat d'une oxydation.

» La fermentation dite alcaline d'une substance albuminoïde, privée de matières sucrées, est caractérisée par une absorption d'oxygène, un déga-

gement d'acide carbonique et une production d'ammoniaque très-marquée. A la température ambiante, une solution de caséine pure, additionnée d'un des agents de la fermentation lactique (*penicillium*), et placée dans une atmosphère limitée, a absorbé en sept jours $8^{cc},80$ d'oxygène et dégagé $5^{cc},17$ d'acide carbonique. Sa réaction était très-alcaline, cependant elle s'est coagulée partiellement. Par conséquent, à défaut de sucre, les substances azotées peuvent s'oxyder et éprouver, bien qu'ammoniacales, le phénomène de la coagulation. »

ZOOLOGIE. — *Recherches anatomiques sur les Limules.* Mémoire de **M. Alph.-Milne Edwards**, présenté par M. E. Blanchard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard.)

« Le 26 juin 1869, j'ai communiqué à la Société philomathique la première partie d'un travail que je venais de faire sur l'anatomie des Limules, et un court extrait en a été inséré dans le *Bulletin* de cette Compagnie savante et dans le *Journal de l'Institut*. Ce Mémoire, accompagné de nombreux dessins, devait être imprimé peu de temps après; mais les circonstances malheureuses où la France s'est trouvée en 1870 et 1871 en ont arrêté la publication; ce n'est qu'aujourd'hui qu'il m'est possible de le faire paraître en entier.

» Les premières notions que nous ayons sur l'organisation intérieure des Limules datent de 1828 et sont dues à Straus-Durckheim. Dix ans après, van der Hœven publia sur l'ensemble de ce groupe une monographie faite avec un très-grand soin; mais toute la partie anatomique de son travail, étudiée à l'aide d'individus conservés dans l'esprit-de-vin, laisse beaucoup à désirer, et l'on y remarque de graves erreurs, presque impossibles, d'ailleurs, à éviter dans les conditions où cet auteur se trouvait.

» Vers la même époque, Duvernoy ajouta quelques détails à ce que l'on savait déjà sur l'appareil respiratoire des Limules; en 1855, M. R. Owen a inséré dans ses leçons sur l'anatomie des invertébrés divers faits relatifs à la structure de ces singuliers Arthropodes, et tout récemment un journal anglais annonçait que ce savant illustre avait repris l'étude du même sujet, mais son travail n'est encore connu que par un extrait publié en 1871. Quelques points relatifs à l'histologie des Limules ont été traités par M. Gegenbaur, et des travaux d'un très-grand intérêt, sur les mœurs de ces animaux, sur leur embryologie et sur leurs affinités zoologiques ont été publiées par MM. Lockwood, Packard, Dorhn, E. van Beneden. Enfin

M. Woodward a présenté dans plusieurs Mémoires consécutifs des considérations très-intéressantes sur les relations des Limules avec les Trilobites, les *Pterygotus* et divers animaux articulés, dont les débris se trouvent à l'état fossile dans les terrains silurien, dévonien et carbonifère.

» Je n'ai pas l'intention de discuter ici les questions relatives aux affinités zoologiques qui peuvent exister entre les Limules et les espèces éteintes des périodes géologiques anciennes. Mes observations portent sur l'anatomie de ces animaux et principalement sur la constitution de leur appareil circulatoire et sur la structure de leur système nerveux.

» L'appareil circulatoire des Limules est plus parfait, plus compliqué que chez aucun autre animal articulé. Le sang veineux, au lieu d'être répandu dans des lacunes interorganiques comme chez les Crustacés, est, dans une portion considérable de son parcours, renfermé dans des vaisseaux particuliers à parois parfaitement distinctes des organes adjacents, naissant souvent par des ramifications d'une délicatesse remarquable et se rendant dans des réservoirs bien circonscrits pour la plupart. Le liquide nourricier passe de ces réservoirs dans les branchies, et, après avoir traversé ces organes respiratoires, arrive, par un système de canaux branchio-cardiaques, dans une chambre péricardique, puis pénètre dans le cœur, dont les dimensions sont extrêmement considérables. Il est ensuite lancé dans des artères tubulaires à parois résistantes, dont la disposition est des plus complexes, dont les anastomoses sont fréquentes et dont les ramifications terminales sont d'une ténuité et d'une richesse merveilleuses; en s'aidant du microscope, on les retrouve encore avec leurs contours bien définis jusque dans la substance des membranes les plus fines et les plus transparentes, par exemple, dans les tuniques intestinales, et même dans le plancher de la chambre péricardique; on les voit aussi, en employant des grossissements suffisants, au milieu des fibres musculaires primitives qu'elles n'égalent même pas en diamètre, et quelques-unes de celles que j'ai mesurées avaient moins de $\frac{1}{100}$ de millimètre de calibre.

» Une des singularités les plus frappantes de cet appareil vasculaire consiste dans ses relations avec le système nerveux.

» En effet, l'artère abdominale constituée par la réunion des deux crosses aortiques engaîne la totalité de la chaîne ganglionnaire; la plupart des nerfs sont logés dans les branches qui naissent de ce vaisseau médian.

» Ces relations de l'appareil de l'innervation avec le système artériel des Limules avaient été aperçues, mais très-incomplétement, par M. Owen, et sont plus intimes que ne semble le penser cet anatomiste éminent. Effecti-

vement, la chaîne nerveuse de ces animaux n'est pas simplement enveloppée par le réservoir sanguin ventral et accolée à lui de façon à en être difficile à distinguer; elle y est incluse, et ce réservoir ne consiste pas en une simple lacune interorganique due à la disparition des parois artérielles dans cette portion de l'économie animale.

» Ce n'est pas un cas de juxtaposition des nerfs et des artères, c'est un engaînement complet des premiers par les secondes. Les nerfs destinés aux téguments font seuls exception; ils sont libres, et les parois vasculaires ne les accompagnent que jusqu'à une très-petite distance de leur origine.

» Les principaux troncs artériels débouchent les uns dans les autres à plein canal, de façon que le sang peut parcourir un cercle circulatoire complet sans passer par les veines. Ces voies de communication sont larges et faciles, mais il en existe d'autres qui sont constituées par les capillaires terminaux du système artériel et qui se continuent avec les racines du système veineux. Celui-ci est formé en partie par des lacunes interorganiques, en partie par des vaisseaux tubulaires à parois parfaitement distinctes et offrant tous les caractères de veines proprement dites. Ce dernier mode d'organisation existe partout dans la substance du foie. Les veines hépatiques débouchent dans un gros tronc situé, de chaque côté, à la partie ventrale du corps et donnant naissance aux vaisseaux afférents des branchies. Les muscles circonvoisins sont disposés de manière à agir sur ces troncs veineux, et peuvent en déterminer alternativement la contraction ou la dilatation. Le sang, qui à l'aide de ce mécanisme a traversé l'appareil respiratoire, passe ensuite dans le réservoir péricardique.

» L'origine des nerfs qui se rendent aux différents appendices permet de déterminer les homologies de ces parties et d'établir que chez les Limules il n'y a pas d'antennes, ainsi que l'avaient supposé quelques anatomistes. Enfin j'ajouterai que le système ganglionnaire viscéral ne se compose pas seulement de ganglions stomatogastriques et angéiens, en connexion avec le collier œsophagien; il y a aussi de petits centres nerveux rattachés à la chaîne ganglionnaire et fournissant des branches à la portion terminale du tube digestif. »

MÉDECINE. — *Note sur une nouvelle méthode de traitement des fièvres intermittentes;* Note de M. **Déclat** (Extrait).

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Les faits que j'ai déjà pu recueillir, pour établir l'efficacité de la médication dont j'ai eu l'honneur d'entretenir plusieurs fois déjà l'Académie, sont au nombre de vingt-neuf; tous sont relatifs à des fièvres intermittentes qui souvent avaient déjà causé des désordres propres à l'infection paludéenne invétérée, et qui, toujours, avaient résisté à la médication quinique.

» Toutes ces fièvres avaient été contractées dans des contrées où la maladie est endémique et souvent très-grave : les unes en Sologne, les autres en Provence, une à Anvers, une dans les Principautés danubiennes, et dont le sujet est le prince Ghika, plusieurs en Algérie, une au Sénégal, deux dans les Indes; enfin un grand nombre de fièvres, qui ne sont pas comprises dans les vingt-neuf dont j'ai recueilli les observations, ont été traitées, d'après ma méthode, à Java, par un de mes amis, et avec le même succès.

» La fièvre a disparu, non pas après des mois ou des semaines de traitement, mais bien après quelques jours, parfois après une seule administration du médicament.

» La médication nouvelle n'agit pas seulement avec promptitude, elle agit presque infailliblement, et si, en thérapeutique, il ne fallait toujours réserver l'avenir, je dirais infailliblement (car jusqu'à présent je n'ai pas encore trouvé un cas rebelle, quoique j'en aie traité d'à peu près aussi graves qu'il soit possible d'en voir). Elle me paraît présenter les avantages suivants :

» Le médicament peut être administré à tous les moments de la maladie, même pendant un accès. Cet avantage peut devenir tout à fait capital, dans les cas de fièvre pernicieuse, où il arrive parfois que le premier accès est à peine terminé quand le second commence, et qu'on n'a pas le temps d'administrer le sulfate de quinine et surtout de le faire absorber et agir.

» Il ne peut exister aucune contre-indication à l'emploi de la méthode; quel que soit l'état du système nerveux ou des voies gastro-intestinales, le médicament n'en sera pas moins bien absorbé et n'en agira pas moins avec la même efficacité et la même promptitude.

» Le cerveau et les voies gastriques, qui sont si fréquemment affectés d'une manière fâcheuse, ne le sont jamais de la même façon par la médication nouvelle; tout au contraire, quand les fonctions digestives sont trou-

blées par la fièvre, elles se remettent, en général, promptement sous l'influence de l'acide phénique.

» J'ajouterai à ces divers avantages la promptitude de la guérison, la modicité du prix de revient, et la facilité de l'application d'un remède assez inoffensif pour être administré par tout individu doué de quelque intelligence.

» Si ces avantages sont appréciés par les médecins ou seulement par les personnes intelligentes des pays à marécages, je ne crains pas de prédire que toutes les fièvres intermittentes seront coupées à leur racine, en attendant que les progrès de l'hygiène publique et les travaux de la paix les suppriment entièrement, en en faisant disparaître la cause.

» Quant à la médication, elle consiste à pratiquer, à l'aide d'une seringue *ad hoc*, sous la peau de la poitrine, du ventre, de la partie interne des cuisses, les injections phéniques sous-cutanées, que j'emploie avec des succès si remarquables dans plusieurs maladies. Voici les doses auxquelles je me suis arrêté :

» Le premier jour du traitement, je pratique quatre injections de 100 gouttes (ou 5 grammes) d'eau phénique à 1 centième. Le lendemain j'en pratique trois, et enfin le surlendemain deux.

» La première opération diminue toujours la fièvre et souvent la guérit définitivement. La seconde est quelquefois une opération de précaution, et la troisième l'est presque toujours.

» C'est par précaution aussi, mais par une précaution que je ne regarde cependant pas comme inutile, que je prescris tous les jours, pendant quelques semaines, surtout quand il y a des symptômes de cachexie et des engorgements viscéraux prononcés, de 20 à 50 centigrammes d'acide phénique pur, soit dans l'eau sucrée, soit dans un sirop spécial. »

M. Delage adresse un nouveau Mémoire sur le terrain tertiaire de Lormandières.

L'auteur arrive à cette conclusion, que la partie inférieure du bassin doit être séparée du terrain miocène. Si l'on examine les fossiles trouvés à Lormandières, on voit qu'il y en a un plus grand nombre appartenant au calcaire grossier qu'aux sables moyens.

L'auteur se propose d'étudier maintenant les terrains qui sont placés entre les faluns et la première des couches qu'il a examinées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Laliman**, M. A. **Vidal** adressent divers documents relatifs à la question du *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

M. J. **Billet**, M. A. **Braconnier**, M. C. **Deppe**, M. J. **Chamard** adressent diverses Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Bouchut*, portant pour titre : « Histoire de la Médecine et des doctrines médicales (2e édition) » ;

2° La 3e édition du « Traité élémentaire de Chimie » de M. *L. Troost;*

3° Une brochure de M. *É. Fernet*, intitulée « Notions générales sur la théorie mécanique de la chaleur. Appendice à la 4e édition du Traité de Physique élémentaire de MM. Drion et Fernet ».

M. le **Secrétaire perpétuel** relève une erreur qui avait été commise dans le *Compte rendu* du 4 novembre (p. 1092), au sujet de la publication faite par le Gouvernement italien de « l'Essai sur l'œuvre de Léonard de Vinci ». Cet ouvrage avait été adressé à l'Académie, non pas par M. le prince Boncompagni, qui a lui-même signalé cette rectification, mais par M. le comte Belgiojoso, président du Comité de publication.

M. le **Recteur de l'Université impériale de la Nouvelle Russie** adresse à l'Académie la collection des travaux scientifiques publiés jusqu'à ce jour par cette Université. Il lui adressera également, à l'avenir, les publications qu'elle fera paraître.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse, pour les archives de l'Institut, un exemplaire de la médaille commémorative de la découverte des protubérances solaires.

L'Académie reçoit des lettres de remercîments de MM. *Chassagny, de*

Clermont, Colin, Coze et *Feltz, E. Decaisne, Duclaux, Duquesnel, Goldenberg* fils, *Gréhant, Guibal, Husnot, Issel, Maurice Levy, Mac-Andrew, Personne, Schützenberger, Léon Vaillant,* pour les récompenses qui leur ont été décernées dans la dernière séance publique. (Concours de 1870 et Concours de 1871).

GÉODÉSIE. — *Note relative au prolongement de la méridienne de France et d'Espagne en Algérie; par* **M. A. LAUSSEDAT.**

« Il y a plus de quatorze ans, au retour d'une mission en Espagne, où j'étais allé assister à la mesure de la base de Madridejos, devenue célèbre dans l'histoire de la Géodésie moderne, j'adressais à M. le Ministre de la guerre un rapport étendu dont un extrait, concernant seulement les travaux effectués en 1858, a été publié dans les *Comptes rendus* des séances de l'Académie des Sciences (1).

» Au nombre des autres questions traitées dans ce Rapport se trouvait celle du prolongement de la méridienne de France et d'Espagne en Algérie, dont M. le capitaine Perrier vient d'entretenir récemment l'Académie.

» J'exposais à ce sujet les motifs qui me permettaient d'affirmer que la méridienne qui traverse les deux pays pourrait être prolongée jusqu'en Algérie et ces motifs étaient bien simples : je tenais en effet de plusieurs officiers très-dignes de foi, qui avaient résidé pendant longtemps dans la province d'Oran, qu'ils avaient vu assez souvent à l'œil nu les dentelures de la sierra Nevada, des hauteurs situées à l'ouest et au sud-ouest du chef-lieu de la province. Je pourrais citer, entre autres, MM. le général Prudon, le colonel de Loqueyssie et le colonel Karth. Ce dernier, à qui l'on doit les nombreuses et excellentes reconnaissances qui ont permis de compléter les cartes provisoires de l'Algérie, avait même nettement distingué de plusieurs stations, à droite et à gauche de l'embouchure de la Tafna, des points couverts de neige, ce qu'il avait pu constater à l'aide d'une petite lunette.

» J'ajoutais, dans mon Rapport, qu'après en avoir conféré avec les officiers espagnols, aussi désireux que nous puissions l'être de faire servir leurs travaux à l'étude de la figure de la Terre et aux progrès de la physique du globe, rien ne semblait s'opposer à la réalisation d'un projet dont je demandais avec instance au Ministre de m'autoriser à préparer l'exécution.

» Ce rapport a passé sous les yeux de M. Le Verrier, à qui M. le maréchal

(1) T. XLVIII, p. 473.

Vaillant, alors Ministre de la guerre, l'avait adressé et dont je pourrais au besoin invoquer le témoignage, en lui rappelant qu'il m'avait fait demander d'en conférer avec lui. M. Le Verrier, qui admettait parfaitement la possibilité de l'opération, m'avait engagé néanmoins à proposer auparavant la vérification de la base de Perpignan et la révision d'une grande partie de la méridienne de France.

» J'ignore si M. le maréchal Vaillant a adressé, comme il m'avait dit qu'il était convenable de le faire, mon Rapport et les propositions qu'il contenait au Dépôt de la guerre, dont le directeur pouvait seul provoquer la reprise des travaux géodésiques de cette importance. Toujours est-il que sept ans plus tard, en 1865, M. le colonel Levret publiait un Mémoire sur le projet principal que j'avais traité. Je lisais, non sans quelque surprise, dans ce Mémoire les lignes suivantes :

« Mais c'est peu de concevoir et d'annoncer un tel projet si, pour lui donner un corps, on n'examine pas les moyens d'exécution, si l'on ne fait pas pressentir comment les difficultés seraient surmontées (1). »

» Il fallait bien que M. le colonel Levret, alors chef du service géodésique au Dépôt de la guerre, n'eût pas eu connaissance de mon Rapport, car il n'en parlait pas et se posait la question de savoir « si les trajectoires des rayons » visuels ne seraient pas arrêtées par la courbure de la Terre. »

» Or j'avais produit, d'après des renseignements positifs, cette preuve de fait, que les montagnes du sud de l'Espagne étaient visibles des environs d'Oran et de plusieurs stations.

» C'est à ce Mémoire que M. le capitaine Perrier fait allusion quand il dit, page 1237 du tome LXXV des *Comptes rendus*, que « M. le colonel Le» vret a songé le premier à porter directement la méridienne de France » d'Espagne en Algérie, sans s'astreindre à passer par le détroit de Gi» braltar. »

» Je ne sais pas où M. le capitaine Perrier a vu que d'autres s'étaient crus obligés de passer par le détroit de Gibraltar. La citation qu'il fait lui-même d'un passage de l'Introduction au Recueil des observations géodésiques de Biot et d'Arago est cependant on ne peut plus explicite :

« Rien ne sera plus facile, y est-il dit, que de traverser la *Méditerranée par quelques triangles, en prolongeant notre chaîne* dans l'ouest, *jusqu'à la hauteur du cap de Gata* ; après quoi, remontant la côte d'Afrique jusqu'à Alger, etc. »

---

(1) Supplément au t. IX du *Mémorial du Dépôt de la guerre*, p. 87.

» M. le colonel Levret ne s'exprimait pas autrement, à mon sens, quand il disait, page 86 du Mémoire cité :

« Il faudrait d'abord se prolonger le long de la côte espagnole de la Méditerranée *jusque vers le cap de Gata;* là traverser la mer pour rejoindre, vers Oran, la chaîne parallèle au littoral, et se rattacher ainsi à Alger, etc. »

» Dans quel but et d'après quels indices M. le capitaine Perrier a-t-il supposé que « MM. Biot et Arago *avaient voulu dire* qu'on pourrait aisément jeter *quelques triangles par-dessus le détroit de Gibraltar* pour passer » d'Europe en Afrique, et *suivre ensuite la côte depuis Ceuta* (qui est à » 300 kilomètres à l'ouest du cap de Gata) jusqu'à Alger? » J'avoue que, pour mon compte, j'ai toujours compris que MM. Biot et Arago voulaient franchir la Méditerranée *à la hauteur du cap de Gata*, c'est-à-dire au point même où MM. Levret et Perrier proposent avec moi de la traverser.

» Je n'ignore pas que l'Académie n'admet, dans les discussions scientifiques, que des pièces imprimées; aussi n'ai-je voulu, dans tout ce qui précède, que poser clairement la question, et dois-je me contenter, pour rectifier, en ce qui me concerne, l'assertion de M. le capitaine Perrier, de citer le passage suivant de l'avant-propos d'une traduction, que j'ai publiée en 1860, de l'ouvrage intitulé : *Expériences faites avec l'appareil à mesurer les bases, appartenant à la Commission de la carte d'Espagne* (1) :

« Les travaux entrepris en Espagne et ceux que l'état-major français exécute, de son côté, en Algérie pour la construction de la carte de cette colonie conduiront *prochainement*, il faut l'espérer, à la réalisation de cette idée (l'idée de Biot et d'Arago, de prolonger la méridienne de France et d'Espagne en Afrique). Les arcs réunis d'Angleterre, de France et d'Espagne, prolongés jusqu'au parallèle d'Oran et même un peu plus au sud, atteindraient une amplitude égale à celle de l'arc russo-scandinave, et l'on aurait ainsi les deux plus grandes mesures géodésiques que l'on puisse effectuer en Europe dans le sens des méridiens. »

» Il n'était pas encore question, à cette époque, du méridien de l'Europe centrale.

» Il me sera permis, je pense, de faire remarquer que le sens de cette phrase se trouve reproduit dans les conclusions de M. le capitaine Perrier, aussi bien que dans celles de M. le colonel Levret. Supposera-t-on qu'en m'exprimant comme je le faisais, à propos du prolongement de la méridienne de France et d'Espagne, j'admettais qu'il fallût attendre que le Maroc nous permît d'opérer sur son territoire, ou m'accordera-t-on que je

(1) Paris, 1860, Dumaine.

croyais à la possibilité de relier *directement* la triangulation espagnole avec la triangulation algérienne?

» Je serai le premier à reconnaître que l'étude de M. le capitaine Perrier démontre cette possibilité beaucoup plus sûrement qu'une simple affirmation, quelque bien fondée qu'elle fût d'ailleurs; mais je devais à nos savants voisins les officiers espagnols, qui ont depuis douze ou quatorze ans une place si distinguée dans la géodésie, je me devais à moi-même de ne pas laisser croire que, pendant la mission que j'ai accomplie en Espagne, nous n'aurions, ni eux ni moi, songé à prolonger en Algérie la méridienne commune aux deux pays, sans passer par le détroit de Gibraltar. Il n'a pas dépendu de nous que cette œuvre ne fût entreprise depuis plusieurs années.

» Je terminerai cette Communication par les extraits suivants d'une lettre que j'ai reçue ces jours derniers de M. le général Hañez, directeur de l'Institut géographique d'Espagne :

« Pour Mulhacen, M. Perrier a pu et dû sûrement le voir d'Algérie, mais j'ai des doutes au sujet de Sagra, et il n'y aurait qu'une reconnaissance très-détaillée, faite avec d'autres moyens que ceux dont M. Perrier disposait, qui pourrait conduire au projet de jonction *le plus favorable*, sous le rapport de la forme du réseau.

» Et plus loin :

« Nous sommes tous convaincus, depuis bien des années, de la possibilité de l'opération; nos travaux sont d'ailleurs entièrement terminés de ce côté et je n'attends que l'invitation du gouvernement français pour prendre part à l'opération, à la condition qu'elle soit *internationale*, c'est-à-dire que l'Institut géographique contribuera à l'effectuer au moyen de ses officiers, exercés, depuis près de vingt ans, aux grandes opérations géodésiques, au moyen de ses instruments perfectionnés, et en partageant la dépense. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un modèle de vernier de vernier; par* **M. Mannheim.**

« Pour mesurer une longueur avec approximation, on emploie une règle divisée en un grand nombre de parties égales, à laquelle on ajoute un vernier. La construction d'une pareille règle est difficile. Le tracé de ses nombreuses divisions est une opération longue, pendant laquelle une simple variation de température entraîne des différences, des inexactitudes. La lecture du vernier est pénible, à cause du rapprochement des traits de division qu'il porte.

» Afin d'avoir des traits écartés sur la règle et sur le vernier, tout en ne perdant pas l'avantage d'une approximation pour la mesure d'une lon-

gueur, on peut adopter la disposition du modèle (1) dont voici la description :

» On a employé le bois d'une règle à calcul portant deux rainures parallèles dans lesquelles glissent deux réglettes ; sur la réglette supérieure, on a fixé une pièce en bois, terminée en biseau vers la réglette inférieure.

» La portion R comprise entre les deux réglettes porte les divisions de la règle. La réglette inférieure V_1 porte les divisions d'un premier vernier. La pièce V_2, fixée sur la réglette supérieure, porte, sur son biseau, les divisions d'un nouveau vernier : ces divisions peuvent être amenées en regard de celles de V_1, à l'exception des deux traits extrêmes ; ceux-ci se trouvent sur deux biseaux, en retrait du premier et tels que ces deux traits extrêmes peuvent être amenés en regard des divisions de R.

» Le modèle porte deux exemples ; parlons d'abord du premier qui se trouve sur la partie qui est à gauche.

» R est divisé en centimètres.

» V_1 a été construit en partageant 9 centimètres en dix parties égales.

» V_2 a pour longueur 9 centimètres et 1 millimètre.

» V_2 comme V_1 est numéroté de gauche à droite, de 0 à 10.

» V_1 est un vernier ordinaire. Supposons qu'après l'avoir employé on ne trouve aucun de ses traits en coïncidence avec ceux de R ; cette coïncidence aurait lieu, par exemple, entre 7 et 8.

» La longueur à mesurer se compose alors d'un certain nombre de centimètres, de 7 millimètres et d'une fraction de millimètre.

» Pour apprécier cette fraction, on amène le trait 0 de V_2 en regard du trait de R qui se trouve près du trait 7 de V_1, et l'on cherche le trait de V_2 qui est en coïncidence avec un trait de V_1. Si, par exemple, c'est le trait 5 de V_2 qui est ainsi en coïncidence, on doit ajouter 5 dixièmes de millimètre au nombre déjà obtenu pour la mesure de la longueur dont on s'occupe.

» Dans l'exemple précédent, on peut être conduit à employer le trait 10 de V_2, qu'on amène en regard du trait 8 de V_1.

» Avec les verniers V_1 et V_2, qui ne portent en tout que 22 traits de division, nous avons donc mesuré une longueur à $\frac{1}{100}$ près d'une division de la règle.

---

(1) Ce modèle a été construit en 1857 ; il a été déposé dans les galeries du Conservatoire pendant le courant de cette même année. Depuis cette époque, je ne me suis plus du tout occupé du vernier de vernier.

» Je vais dire un mot maintenant du deuxième exemple placé sur la partie qui est à droite sur R.

» Cette règle R, dans ce nouvel exemple, porte huit grandes divisions. Chaque division est partagée en quatre parties égales. Si l'on suppose qu'une grande division représente un degré, la sous-division correspond à 15 minutes.

» V_1 a été obtenu en prenant quatorze de ces sous-divisions, que l'on a partagées en quinze parties égales.

» V_1 permet d'obtenir une mesure à $\frac{1}{15}$ près d'une sous-division de R, c'est-à-dire à 1 minute près.

» V_2 a pour longueur 12 divisions de V_1 plus le quinzième d'une sous-division de R : cette longueur a été partagée en douze parties égales.

» A l'aide de V_2 on obtient la mesure faite à $\frac{1}{12}$ près d'une minute, c'est-à-dire à 5 secondes près.

» Le dispositif adopté dans cet exemple permet donc d'effectuer une mesure avec l'approximation du $\frac{1}{180}$ d'une division de R.

» V_1 et V_2 ne sont pas nécessairement placés comme sur le modèle en bois. La disposition à choisir pour ces deux verniers dépend de l'instrument qui porte la règle divisée ou le cercle divisé.

» Le modèle en bois a simplement pour but de permettre de mieux montrer l'usage du vernier de vernier. »

PHYSIQUE. — *Sur les machines magnéto-électriques* Gramme, *appliquées à la galvanoplastie et à la production de la lumière.* Note de M. **Gramme.**

« En juillet 1871, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie un premier spécimen de mes machines magnéto-électriques. Je me propose, dans cette deuxième Note, de présenter les solutions pratiques pour la galvanoplastie et la production de la lumière.

» Pour produire des courants continus, je fais tourner un électro-aimant circulaire, à pôles conséquents, devant les pôles magnétiques d'un aimant quelconque, et je recueille les courants dans un plan perpendiculaire aux pôles.

» Mon électro-aimant mobile à pôles conséquents est composé d'une couronne en fer doux, ne présentant aucune saillie, sur laquelle s'enroule

un fil métallique continu. Ce fil métallique est divisé en une série de petites bobines, lesquelles sont reliées avec un faisceau cylindrique de lames également métalliques. Chaque bobine communique avec une de ces lames, et celles-ci sont séparées entre elles par une simple épaisseur de soie.

» Il est essentiel que la réunion des conducteurs forme un cylindre compact et que les isolants soient très-minces : sans cela la machine donnerait de fortes étincelles, et ne produirait que des courants insignifiants.

» La possibilité d'établir un nombre quelconque de pôles est la chose la plus saillante de mon invention. C'est elle qui permettra de produire, avec une seule machine, une série de courants distincts, et de fractionner, par exemple, la lumière électrique.

» Pour apprécier exactement les effets obtenus par un électro-aimant mobile, agissant devant un aimant de puissance connue, j'ai construit mes spécimens avec deux pôles seulement.

» *Machine à galvanoplastie.* — La machine à galvanoplastie, qui depuis quatre mois fonctionne dans les ateliers de M. Christofle, à Paris, est composée d'un arbre portant deux électro-aimants mobiles et de deux électro-aimants horizontaux à pôles conséquents.

» Elle a été calculée pour produire un dépôt de 600 grammes d'argent avec une vitesse de trois cents tours à la minute; elle pèse 460 kilogrammes. Le fil enroulé sur les électro-aimants fixes pèse 135 kilogrammes, et celui des électro-aimants mobiles 40 kilogrammes. La force nécessaire à la marche normale est d'environ 1 cheval-vapeur. La tension du courant produit est égale à celle de 2 éléments Bunsen ordinaires; la quantité correspond à 32 éléments.

» Les frotteurs ou recueilleurs de courants sont aussi d'un système tout nouveau; ils se composent d'un grand nombre de fils de cuivre maintenus ensemble par un lien qui leur donne la forme de pinceaux ou de balais plats. Cette partie accessoire de la machine est une invention à part, applicable à toutes les machines magnéto-électriques ou électro-magnétiques. Elle donne un contact d'une grande douceur et prévient les solutions de continuité résultant des vibrations et donnant des étincelles d'extra-courant rapidement destructives.

» A la vitesse de 275 tours, la machine a déposé 525 grammes d'argent à l'heure; à 300 tours, 605 grammes, et à 325 tours 675 grammes. Cette dernière vitesse était exagérée; elle produisait dans les bobines un échauffement

qui aurait pu altérer la machine si l'on avait continué longtemps le même régime.

» Voici un tableau comparatif des expériences faites par M. Christofle avec ma machine et avec une machine Wilde, en prenant des surfaces d'anodes différentes :

Machine Gramme.

Nos des expér.	Dates.	Dépôt total.	Temps du dépôt.	Surface d'anode.	Dépôt par heure.	Dépôt par heure et par mèt. carré.	Observations.
		gr	h m	mq	gr	gr	
1	27 août......	5973	7,50	5,3550	766	143	Vitesse 300 tours.
2	28 »	5905	7,50	5,3550	757	141	Mauvais dépôt.
3	29 »	5972	7,50	5,3550	766	143	Piqûres.
4	30 »	6117	7,50	5,3550	784	146	
5	6 sept.......	1980	2,50	3,5700	707	198	Vitesse 300 tours.
6	6 »	1985	2,45	3,5700	722	202	Bon dépôt.
7	6 »	2014	2,45	3,5700	732	205	
8	7 »	1557	2,35	2,6775	603	225	Vitesse 300 tours.
9	7 »	1593	2,45	2,6775	581	217	Mauvais dépôt.
10	7 »	1540	2,40	2,6775	578	216	Grains.

Machine Wilde.

Nos des expér.	Dates.	Dépôt total.	Temps du dépôt.	Surface d'anode.	Dépôt par heure.	Dépôt par heure et par mèt. carré.	Observations.
		gr	h m	mq	gr	gr	
1	9 sept.......	1481	3,30	2,6775	423	158	Vitesse 2400 tours.
2	9 »	1144	2,30	2,6775	457	170	
3	10 »	1481	3,05	2,6775	480	179	
4	10 »	1689	3,35	2,6775	472	176	

» Il paraît inutile de faire ressortir les avantages d'une vitesse huit fois moins considérable; je me contenterai de dire qu'après quatre mois de marche les conducteurs et les frotteurs sont encore en parfait état de conservation, et que la machine n'a pas exigé un centime d'entretien, à part le graissage des paliers.

» Bien que cette machine ne soit pas disposée pour le dépôt du cuivre, M. Christofle a fait quelques expériences sur ronde-bosse avec anode de plomb, que je consigne ici à titre de simples renseignements.

Dépôt de cuivre.

Numéros des expériences.	Dates.	Dépôt par heure.	Surface de l'anode insoluble.	Dépôt par heure et par mètre carré.
		gr	mq	gr
1	25 octobre.......	142	0,90	158
2	26 »	142	0,90	158
3	28 »	133	0,90	148
4	29 »	125	0,90	139
5	30 »	128	0,90	142
6	5 novembre.....	161	1,30	123
7	6 »	149	1,30	112

» *Machine à lumière.* — Le problème de la production de la lumière électrique est, comme on sait, tout différent; la tension de l'électricité doit être beaucoup plus considérable et la quantité beaucoup moindre que pour les décompositions chimiques. Ainsi, dans la machine que je viens d'essayer, la tension atteint 105 éléments Bunsen ordinaires, et la quantité se trouve réduite à 5 éléments.

» La disposition de cette machine est verticale, sa hauteur est de $1^m, 25$, sa base ne mesure que $0^m, 80$ sur $0^m, 80$, son poids est d'environ 1 tonne.

» Comme la tension ne peut être obtenue que par la longueur du fil enroulé sur les électro-aimants, j'ai, pour économiser l'espace, établi trois électro-aimants fixes et trois bobines ou électro-aimants mobiles à pôles conséquents. Une des bobines développe le magnétisme dans les électro-aimants fixes, et les deux autres fournissent le courant qui produit la lumière.

» La première aimantation a eu lieu sans le secours de piles : c'est l'électricité terrestre qui a rempli cette mission, au moment où je préparais des éléments Daniell pour l'obtenir.

» Le fil enroulé sur les électro-aimants fixes pèse 250 kilogrammes, celui des trois bobines 75 kilogrammes.

» L'axe de la machine tournant à 300 tours par minute, avec une dépense d'environ 4 chevaux de force, j'ai obtenu une lumière égale à celle de 900 becs Carcel, c'est-à-dire une lumière artificielle plus intense qu'aucune produite jusqu'à ce jour.

» Les effets calorifiques correspondant à cette même vitesse de 300 tours présentent un véritable intérêt. J'ai pu rougir, sur une longueur de 12 mètres, un fil de cuivre de $\frac{7}{10}$ de millimètre de diamètre, et un fil de fer de $\frac{13}{10}$ sur 5 mètres de longueur. J'ai fondu ce même fil de fer de $\frac{13}{10}$ sur $2^m, 50$ de longueur. »

PHYSIQUE. — *Suite aux Notes précédentes sur la connexion des clivages, des axes de cohésion et des axes de conductibilité thermique dans les cristaux.* Note de M. **Edm. Jannettaz**, présentée par M. Becquerel.

« De Sénarmont (1), auquel on doit de si belles recherches sur la position et les rapports des axes de conductibilité thermique, dans un certain nombre d'espèces minérales, a, comme on le sait, démontré par l'observation les principes suivants, dont plusieurs n'étaient encore établis que théoriquement par les géomètres.

» Si l'on chauffe un point d'une masse cristallisée, athermane, la chaleur se propage au travers de la masse; lorsque l'équilibre de température est constitué dans le cristal, les points de température égale sont situés sur une surface dont la forme varie avec le système cristallin de la substance.

» La surface est une sphère pour les cristaux cubiques. Dans les cristaux à un axe optique, elle prend la forme d'un ellipsoïde de révolution, dont l'équateur est perpendiculaire à l'axe. C'est un ellipsoïde dont les trois axes, généralement inégaux, coïncident avec les axes de symétrie dans les cristaux du système orthorhombique; c'est enfin un ellipsoïde dont un axe coïncide avec l'axe cristallographique perpendiculaire au plan de symétrie dans les espèces du système klinorhombique ou uni-oblique.

» Dans les cristaux du système bi-oblique, on ne sait pas, dans l'état actuel des connaissances, rattacher leur position à aucune ligne cristallographique par une relation simple.

» Quant au procédé employé par de Sénarmont, je rappellerai simplement l'application heureuse que l'illustre physicien minéralogiste a faite du procédé d'Ingenhousz à ses recherches expérimentales. Il couvrait de cire une plaque percée d'un trou; une tige traversant le trou était échauffée: la cire fondait; la ligne de fusion dessinait une courbe, qui était une section de l'ellipsoïde des conductibilités par les plans suivant lesquels il avait taillé les faces de la plaque.

» Je me suis proposé d'abord d'étendre ces recherches au plus grand nombre possible d'espèces minérales. Je n'aurais pu que rarement percer les plaques. J'ai modifié par conséquent le procédé de Sénarmont. Un fil de platine est replié sur lui-même; les deux extrémités libres du fil sont mises en rapport avec une pile; la partie opposée s'engage dans une petite boule de platine. Lorsque le courant passe, le fil s'échauffe, rougit même, si l'on

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXI, XXII, XXIII.

veut; la petite boule communique l'élévation de la température à un point d'une face d'un cristal, enduite de graisse, et l'on obtient une courbe.

» Le mieux est évidemment d'opérer, comme de Sénarmont, sur des sections principales; mais si l'on compare les résultats observés directement sur ces sections principales avec ceux que donne le calcul, en partant des mesures effectuées sur des sections quelconques, on voit le calcul et l'observation constamment d'accord.

» J'ai pu, avec cet appareil convenablement disposé, examiner avec le plus grand soin les rapports et la position des axes de conductibilité dans trente-sept espèces minérales. En y joignant trois espèces étudiées par de Sénarmont, et que je n'ai pu me procurer assez nettes, j'ai comparé dans plus de quarante espèces les clivages et les axes de conductibilité thermique. J'en ai vu jaillir nettement cette règle générale. Dans les cristaux à un axe, le grand axe des conductibilités est parallèle au clivage le plus facile; si la substance offre plusieurs clivages obliques, il faut les projeter parallèlement et normalement à l'axe. C'est suivant la plus grande des deux projections, l'une parallèle et l'autre perpendiculaire à l'axe principal, que se trouve dirigé le plus grand axe des conductibilités thermiques.

TABLEAU COMPARATIF *des clivages faciles ou plans de plus grande cohésion tangentielle, et des axes de conductibilité thermique dans les substances cristallisées, à un axe optique ou de plus grande symétrie.*

» Je prendrai toujours pour unité l'axe c, parallèle à l'axe du prisme; l'axe a perpendiculaire sera le numérateur du rapport :

A. *Espèces à grand axe des conductibilités horizontal.*

	Rapport moyen.	Système cristallin.	Clivages dominants.	Angle de l'axe et du clivage rhomboédrique.
Antimoine	1,591	rhomboédrique.	basique. rhomboédrique.	52°52′57″
Bismuth	»	id.	id.	
Oligiste	1,1	id.	id.	32°37′43″
Tourmaline noire	1,165	id.	indistinct.	
Eudialyte	1,132	id.	basique.	
Pennine	1,1576	id.	id.	
Dolomie	1,05	id.	rhomboédrique.	47°46′52″
Giobertite	1,078	id.	id.	48°54′31″
Sidérose	1,065	id.	id.	48°26′05″
Mésitinspath	1,06	id.	id.	48°51′55″
Anatase	»	quadratique.	basique.	

B. *Espèces à grand axe des conductibilités vertical.*

	Rapport moyen des axes de conductibilité thermique.	Système cristallin.	Clivages dominants.	Angle de l'axe et des clivages rhomboédriques.
Corindon...........	0,9	rhomboédrique.	rhomboédrique.	32° 35′ 59″
Troostite de Francklin.	0,854	id.	prismatique.	
Chabasie............	0,984	id.	rhomboédrique.	38° 01′
Émeraude..........	»	hexagonal.	*basique.*	
Calcaire...........	0,913	rhomboédrique.	rhomboédrique.	45° 23′ 23″
Apatite.............	0,963	hexagonal.	id.	
Pyromorphite.......	0,973	id.	id.	
Quartz.............	0,762	rhomboédrique.	rhomboédrique.	37° 46′ 53″
Rutile..............	0,8	quadratique.	prismatique.	
Cassitérite.........	0,79	id.	id.	
Zircon.............	0,9	id.	id.	
Idocrase...........	0,94	id.	id.	
Paranthine..........	0,845	id.	id.	

» On voit : 1° que la règle s'applique nettement aux espèces qui suivent :

» α. Antimoine, bismuth, eudialyte, pennine, dolomie, giobertite, sidérose, mésitinspath, anatase, parmi les espèces à grand axe horizontal;

» β. Corindon, troostite, chabasie, quartz, rutile, cassitérite, zircon, idocrase, paranthine, parmi les espèces à grand axe vertical;

» 2° Que cette règle est indécise dans la tourmaline, l'apatite, la pyromorphite, à cause de leurs clivages indécis;

» 3° Qu'elle n'est pas suivie dans le calcaire et l'émeraude.

» Ces deux dernières substances, qui font seules exception, sont précisément celles qui offrent cette singularité de se contracter, l'une normalement, l'autre parallèlement à l'axe, comme l'ont démontré les travaux si remarquables de Dulong et de Mittscherlich pour la première, et ceux de M. Fizeau pour la seconde.

» La règle se maintient dans les espèces des cristaux à deux axes, et c'est dans une de ces espèces que je l'ai découverte, comme je l'ai dit dans mes deux Notes précédentes (1).

---

(1) Séances du 21 octobre et du 4 novembre. *Par erreur, les lettres* h^1 *et p ont été lues à l'envers sur la plaque; il en est résulté une interversion des mots fibreux et vitreux.* Il suffit de rappeler que de Sénarmont a donné 15° 51′, comme angle du grand axe des conductibilités thermiques et du clivage vitreux (non pas fibreux), pour constater qu'il y a là

» Je pourrai présenter bientôt les résultats de mes recherches dans les cristaux de ces systèmes. J'y ai observé jusqu'ici une seule exception nette à ma règle : c'est dans l'orthose; on sait que M. Fizeau a signalé, dans cette espèce, deux directions où la substance se contracte au lieu de se dilater sous l'influence de la chaleur. »

PHYSIQUE. — *Sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air* (suite). Note de **M. Th. du Moncel.**

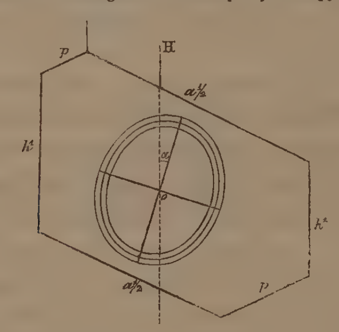
« Après avoir laissé parler les faits dans mes deux dernières Communications, je vais essayer de les rattacher les uns aux autres, de manière à jeter les fondements d'une théorie sur ces sortes de réactions jusqu'ici peu étudiées.

» Je commencerai par faire observer que les effets de la chaleur sur les

---

un *lapsus* matériel ; voici donc, enfin, la véritable position des axes des ellipses produites par les anneaux colorés, et de celle que donnent les conductibilités thermiques.

La figure ci-jointe représente un fragment d'une plaque de gypse, parallèle à g^1, le clivage



dominant, sur laquelle j'ai donné lieu par pression, à des anneaux colorés $a^1/_2$ (face z de Haüy), plan de jonction des deux cristaux lenticulaires.

h^1. Clivage vitreux : première direction de cohésion normale minima et de cohésion tangentielle maxima.

p. Clivage fibreux : deuxième direction de cohésion normale minima et de cohésion tangentielle maxima.

OH parallèle à h^1, faisant avec le grand axe de l'ellipse un angle α de 17 degrés.

La cohésion normale à p est plus grande sur le plan g^1 que la cohésion normale à h^1; c'est l'inverse pour les cohésions tangentielles. Donc celle des trois ellipses de cohésion, dont le grand axe est parallèle à h^1, est plus allongée que celle dont le grand axe est parallèle à p.

électrodes d'un couple hydro-électrique se produisent dans des conditions autres que dans un couple thermo-électrique. Il semble que *l'intervention d'un liquide autour de la lame chauffée et au sein du couple soit une condition indispensable à leur développement, et qu'une contexture spongieuse du milieu conducteur interposé leur soit éminemment favorable, malgré l'augmentation de la résistance du circuit qui en résulte.* On peut s'en convaincre par les expériences suivantes :

» 1° La poussière de grès pulvérisé à l'état sec ne conduit pas du tout les courants, et à l'état légèrement humide elle les conduit très-médiocrement. En humectant cette poussière avec de l'eau de pluie, la résistance qu'elle présente entre deux électrodes de cuivre éloignées l'une de l'autre de 2 centimètres, et présentant chacune une surface de contact de 2 centimètres carrés, atteint un chiffre énorme qui varie entre 600 et 700 kilomètres de fil télégraphique (de 4 millimètres de diamètre) pour une masse de matière équivalente à 5 centimètres cubes. La résistance de l'eau de pluie elle-même, quoique moins élevée, est encore énorme; elle n'est guère moindre que la précédente. Or le courant développé par l'échauffement des lames se trouve avoir une intensité plus grande avec le sable humecté qu'avec l'eau. Dans le premier cas, en effet, cette intensité a pu atteindre, au bout d'un quart d'heure d'échauffement de l'une ou de l'autre des électrodes, 73 degrés, tandis que, dans le second cas, la déviation atteignait à peine 58 degrés; l'élévation de la température du milieu conducteur sous l'influence de cet échauffement prolongé n'était pourtant guère différente dans les deux cas : elle n'avait varié que de 12 degrés à 15°,2 avec le sable humecté, et la température de l'eau ne s'était élevée que de 15°,5 à 16 degrés. Les expériences ont été assez souvent répétées pour qu'il ne puisse y avoir doute à cet égard.

» 2° En remplaçant le milieu semi-conducteur humide par un milieu semi-conducteur complétement sec, comme, par exemple, un milieu composé avec des limailles métalliques ou de la poussière de charbon bien desséchée, *aucun effet électrique ne s'est produit.* Il est vrai que la résistance énorme de mon galvanomètre et la ténuité extrême de son fil le rendaient peu propre à mesurer des courants thermo-électriques ordinaires; mais cette absence de résultats dans les conditions précédentes et les courants énergiques produits sous l'influence d'un milieu humide assignent bien une origine, sinon différente, du moins complexe, aux courants thermo-électriques que nous étudions en ce moment.

» Si l'on considère, d'un côté, que la résistance du milieu intermédiaire, dans les expériences précédentes, avait pour valeur, avec la poussière sèche de charbon de bois, de 1200 à 2000 kilomètres de fil télégraphique, et, avec les limailles métalliques ou la poussière de charbon de cornue, de 1200 à 2000 mètres (1), suivant l'état plus ou moins brillant de la surface des grains métalliques et leur degré de tassement autour des électrodes; si l'on considère, d'un autre côté, qu'en humectant ces différentes poussières avec de l'eau (2), les courants déterminés par la chaleur ne se produisent qu'avec la poussière de charbon de bois, quelque temps d'ailleurs qu'on mette à chauffer les lames (et l'expérience a été poussée pendant plus d'une heure), on arrive à conclure que *l'homogénéité de conductibilité du milieu intermédiaire entre les deux lames est une condition inséparable de la production des effets dont nous parlons;* et il ne faudrait pas croire que cette disposition du milieu intermédiaire fût généralement défavorable à la production d'autres courants, car l'agitation des lames au sein des limailles métalliques ainsi mouillées en développe de très-énergiques. Il est vrai qu'ils sont de sens inverse à ce qu'ils seraient avec le sable humecté, et que l'essuyage et le décapage ne semblent pas agir dans le même sens; mais l'action de la chaleur est absolument nulle. L'expérience a encore été répétée, mais sans plus de succès, avec le mercure et un amalgame de zinc substitués aux limailles métalliques; les courants dus à l'agitation des lames ne se sont même pas montrés.

» Il semble donc résulter de ces diverses expériences que *la chaleur, dans son action sur l'une des électrodes d'un couple hydro-électrique, se comporte à la manière des dépôts de platine sur les lames électronégatives des couples de Smée ou de la poussière charbonnée sur les lames de charbon des piles Leclanché et autres, c'est-à-dire en constituant négativement cette électrode par rapport à celle qui est restée froide, et en même temps elle affaiblit, comme cela a également lieu avec des lames de platine platiné, les effets de la polarisation.* Mais il faut toutefois, pour que l'effet se produise, que le milieu conducteur, interposé

---

(1) La résistance de la limaille de cuivre était en moyenne de 1267 mètres; celle de la limaille de zinc, 1448 mètres; celle de la poussière de charbon de cornue, 2192 mètres.

(2) Ces différentes poussières étant mouillées avec de l'eau, leur résistance a diminué pour les limailles métalliques aussi bien que pour les charbons. Elle a été, pour le charbon de bois, 148 kilomètres; pour la limaille de cuivre, 1000 mètres; pour la limaille de zinc, 707 mètres, et pour la poussière de charbon de cornue, 1715 mètres. La limaille de laiton est celle qui a fourni la moindre résistance par suite de son humectation; elle n'a pu être mesurée, tant elle était faible.

entre les deux lames, lequel milieu ne concourt pas directement au développement électrique, *ne renferme pas en son sein un bon conducteur réunissant les électrodes*, car il se formerait alors un couple local, et le courant, au lieu de passer par le circuit extérieur, passerait directement d'une électrode à l'autre. C'est précisément ce qui a lieu avec les limailles métalliques ou la poussière de charbon de cornue, et nous voyons que, quand ce conducteur interposé augmente de résistance, par exemple quand il est constitué par du charbon de bois humecté, les effets dus à l'action de la chaleur se retrouvent d'une manière marquée. L'expérience signalée récemment par M. Raoult est un phénomène du même genre et n'a, en conséquence, rien qui puisse surprendre. Quant à l'action plus favorable de la contexture spongieuse du milieu interposé entre les électrodes, elle s'explique facilement si l'on examine que le desséchement partiel du conducteur humide dans le voisinage de la lame chauffée détermine par lui-même un dégagement électrique, dans lequel cette lame se constitue négativement, c'est-à-dire prend une polarité de même sens que celle qui lui est communiquée par la chaleur. Nous devons encore ajouter, et ce fait montre que les effets thermo-électriques dont nous parlons peuvent se rattacher aux effets thermo-électriques ordinaires, que la nature physique du milieu interposé peut, dans certains cas, avoir une influence sur le signe de la polarité communiquée à la lame chauffée; ainsi, avec la poussière de charbon de bois très-humectée, la polarité de la lame chauffée, au lieu d'être électronégative, est électropositive, et les autres causes génératrices de courants, telles que l'agitation, l'essuyage et le décapage, agissent en sens inverse, ce qui est le cas opposé des réactions effectuées sous l'influence de ces mêmes causes avec la poussière de charbon de cornue.

» Pour m'assurer de l'amoindrissement des effets de la polarisation sous l'influence de la chaleur, j'ai voulu examiner l'action produite par elle sur les deux électrodes d'un couple voltaïque susceptible de se polariser, et j'ai, en conséquence, composé un couple zinc, cuivre et eau acidulée, dont je mesurais l'intensité à l'aide d'une boussole des sinus, et dont je chauffais alternativement les lames polaires avec une lampe à alcool, comme dans les expériences que j'ai rapportées dans ma précédente Communication. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Quand les électrodes plongeaient à froid dans le liquide acidulé, j'obtenais au bout de cinq minutes, à travers une résistance de circuit de 12 kilomètres, une intensité représentée par $9°,50$. Deux autres expériences

de vérification, faites pendant le cours des expériences, ont donné 9°,15 et 9°,48.

» 2° Quand la lame de cuivre était chauffée, on voyait immédiatement le courant augmenter d'énergie, d'abord lentement, puis brusquement, rester pendant quelques instants très-constant et, un peu avant l'expiration des cinq minutes, fournir des oscillations assez régulières; enfin indiquer une déviation variant de 13°,50 à 14°,28. En laissant ensuite refroidir la lame de cuivre, cette déviation déclinait successivement et revenait à peu près à celle constatée en premier lieu. La température générale du liquide n'avait pas d'ailleurs sensiblement augmenté.

» 3° Quand, après cet abaissement du courant à 9°,15, on chauffait la lame de zinc, aucun effet sensible n'était produit, et le plus souvent on constatait, au bout des cinq minutes de fermeture du circuit, un léger affaiblissement du courant; par conséquent l'action de la chaleur était alors à peu près insignifiante.

» Comme la pile de Daniell se polarise peu, j'ai voulu répéter avec elle les expériences précédentes, en me servant des mêmes électrodes, du même liquide acidulé; il n'y avait de changé au dispositif employé qu'un vase poreux rempli d'une solution saturée de sulfate de cuivre, qui était immergé au milieu du couple, et dans lequel plongeait la lame de cuivre. Or voici les résultats que j'ai obtenus :

» 1° Quand les électrodes étaient plongées à froid dans les deux solutions, l'intensité du courant, au bout de cinq minutes de fermeture du circuit, était représentée par 25°,32.

» 2° Quand la lame de cuivre était chauffée, l'intensité a augmenté et est devenue, au bout de cinq minutes, 26°,55. Cinq minutes de refroidissement l'ont reportée à 26°,10.

» 3° Quand la lame de zinc était chauffée, le courant restait sensiblement stationnaire; cependant, au bout de cinq minutes, la déviation était réduite à 25°,55. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme; par* **M. A. Trève.**

« Si un aimant est enveloppé de bobines, on sait que l'arrachement et le rapprochement de l'armature développent dans ces bobines des courants de sens inverse dits *d'induction*. Ces courants sont la conséquence du mouvement vibratoire, de l'action mécanique que nous avons recueillie sous forme de courant électrique.

» Prenons un aimant sur les branches duquel sont collées deux bandes de papier; approchons-en une petite boussole, pour déterminer la position des pôles. Cela fait, appliquons l'armature, et, rapprochant de nouveau l'aiguille aimantée, nous retrouvons les pôles plus éloignés des extrémités, et à une distance variable avec la longueur des branches et la force de l'aimant. Arrachons l'armature, et les pôles reprennent instantanément leur position première.

» Ces déplacements polaires, mesurables sur les bandes de papier, représentent le mouvement moléculaire dont il s'agit, et varient dans d'étroites limites, pour un même aimant, avec des armatures plus ou moins épaisses, avec le plus ou moins de *masse* de fer doux appliqué.

» Si l'on applique une armature à un aimant en fer à cheval, dont les branches ont 15 centimètres de longueur, et portant une charge maximum de 1500 grammes, on constate un déplacement polaire de 6 centimètres. Ce déplacement n'augmente que de quelques millimètres, quelle que soit la masse employée. Sur un aimant de la Compagnie l'Alliance, dont les branches ont 44 centimètres de long, on constate un déplacement polaire maximum de 12 centimètres. Ces remarques ouvrent une série de nouvelles recherches tendant à déterminer les rapports des déplacements polaires avec les masses employées.

» Le long des branches d'un grand aimant de la Compagnie l'Alliance, on peut disposer six petites boussoles et les voir accuser simultanément ce déplacement polaire, conséquence du mouvement vibratoire, ou du rapprochement, ou de l'éloignement de l'armature.

» Si l'on place une boussole au talon (point neutre) d'un aimant en fer à cheval, l'aiguille, sollicitée par les deux forces égales et de sens contraire de ce couple, prend une position axiale. Si l'on applique ou arrache l'armature, l'aiguille reste en équilibre; mais si l'on rapproche l'armature graduellement jusqu'à contact d'un seul pôle, l'aiguille dévie successivement, accusant ainsi un déplacement polaire, une sorte de courant magnétique persistant avec l'influence de l'armature. Détachons celle-ci du pôle, éloignons-le graduellement et l'on voit l'aiguille suivre le même mouvement, en sens inverse, et reprendre sa position d'équilibre. Les déviations de l'aiguille varient encore, entre certaines limites à déterminer, avec le plus ou moins de masse de l'armature. De plus, si l'armature est appliquée au pôle austral, par exemple, l'aiguille dévie vers le pôle boréal, accusant ainsi une rupture d'équilibre du couple magnétique en faveur de la force boréale.

» M. du Moncel, dans ses recherches sur l'aimant, avait constaté que, si l'on appliquait au pôle d'un aimant une masse de fer doux, l'autre pôle gagnait en force attractive. Ce phénomène est la conséquence, on le voit, d'un mouvement intermoléculaire dont une aiguille aimantée révèle toutes les phases.

» Lorsque, dans les machines magnéto-électriques, dont Pixii a donné le premier type, on fait successivement passer devant les pôles des aimants des bobines à noyaux de fer doux, on développe dans ceux-ci des actions mécaniques qui sont la raison d'être de ceux qui naissent dans le fil des bobines, et se recueillent sous le titre de *courants d'induction*.

» Nous savons que, si l'on réunit les deux pôles d'un électro-aimant par un fil métallique, dans le circuit duquel est un galvanomètre, celui-ci accuse deux courants de sens inverse, suivant que l'on fait l'aimant ou qu'on le rend à son état de fer doux. Le premier est de même sens que le courant originaire, et, de plus, est un courant de *quantité;* un galvanomètre Ruhmkorff à trente-six mille tours reste, en effet, absolument muet.

» Puisque le passage d'un fer doux à l'état d'aimant détermine un mouvement vibratoire aussi manifestement démontré, il était indiqué de rechercher dans quelles limites de longueur et de section on pouvait recueillir ce courant. Nous avons, premièrement, substitué au noyau de notre électro-aimant une tige de fer de 2 mètres de longueur, et constaté sur toute cette longueur des déviations accentuées de l'aiguille à chaque passage du courant de la pile dans les bobines induisantes placées aux extrémités des branches de ce nouvel électro-aimant.

» Cette expérience nous a conduit à envelopper d'un fil fin le talon même de l'électro-aimant et à recueillir un énergique courant d'induction. Nous avons remplacé cette tige de fer doux par une nouvelle, ayant 6 mètres de longueur (de même section $0^{m},025$), et constaté encore des déviations de l'aiguille, mais des courants *induits* inévitablement beaucoup moins accentués. Il serait, je crois, fort instructif d'opérer sur des barres de fer doux de plus en plus longues, et de déterminer l'accroissement proportionnel de force induisante nécessaire à la production d'un courant induit saisissable, même avec nos plus délicats galvanomètres. Quant à ce qui concerne les électro-aimants ordinaires, nous pensons qu'il y aura peut-être utilité à embobiner leur noyau et à recueillir des courants d'induction négligés jusqu'ici. Nous croyons aussi que le même principe peut recevoir son application dans les machines magnéto-électriques. Chaque fois, en effet, que l'un des pôles des

aimants qui les composent est influencé par un fer doux, il se produit un mouvement vibratoire. La succession de ces mouvements engendrerait nécessairement dans le fil enveloppant un courant continu, sous la réserve indispensable d'un inversement.

» *Nota.* — En étudiant les déplacements polaires des aimants permanents composés de plusieurs lames, nous avons remarqué que les pôles de ces divers aimants partiels étaient placés à des distances très-variables des extrémités. Nous pensons que, pour que ces faisceaux aient leur maximum de puissance, il y aurait nécessité d'obtenir par des retouches une position sensiblement identique de leurs pôles respectifs.

» Voici un exemple que peut offrir l'étude de ces courants d'induction.

» Dans un appareil télégraphique de M. Bréguet, on a réuni les deux noyaux de fer doux par un barreau de même section et de même longueur, de façon à former un électro-aimant à trois bobines. La nouvelle bobine, placée dans un plan perpendiculaire aux deux bobines ordinaires, est formée avec du fil plus fin et joue le rôle de bobine d'induction.

» Voici ce que l'on constate :

» Chaque fois qu'on lance un courant dans les deux bobines, on transforme le fer *doux* en aimant et l'on fait, par conséquent, naître le *mouvement magnétique*, qui se révèle par le courant d'induction.

» Avec une pile de 24 Daniell et *trois cents kilomètres* de résistance (de fil de ligne) dans le fil induit, j'ai obtenu des déviations de 15 à 20 degrés sur un galvanomètre à trois cents tours de Ruhmkorff.

» Si l'on se sert de la bobine du milieu comme bobine induisante (celle-ci avec du fil 16), on recueille avec les deux bobines ordinaires (fil 32) des courants induits beaucoup plus intenses. Ceci revient à dire que le courant partant de Paris, par exemple, *peut* se transmettre à Marseille par induction sur un récepteur à aiguille, en passant par le talon de l'électro-aimant de Lyon.

» Je prends la liberté d'indiquer le fait comme possible, m'abstenant de rechercher les avantages que pourrait donner ce système de relais. Il y aurait, au reste, à étudier la question au point de vue des rapports des sections des fils inducteurs et du fil induit. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison nouvelle de brome et d'éther (éther bromuré).* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« La nouvelle combinaison dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie se forme directement par union simple du brome avec l'éther, sans élimi-

nation d'acide bromhydrique; ce n'est donc pas un produit de substitution, mais bien un composé par addition. Voici dans quelles circonstances j'ai été amené à en reconnaître l'existence, et à le préparer dans un état de pureté convenable pour l'analyse. Si, à une solution de brome dans le *tétrachlorure* de carbone, on ajoute une solution d'éther sulfurique pur et sec dans le même liquide, le mélange, d'abord homogène, rouge et transparent, s'échauffe légèrement, se trouble et laisse déposer une huile dense, rouge grenat et transparente, en grande partie formée d'éther bromuré. Ainsi préparé, le nouveau corps n'est pas pur, il contient environ 10 à 12 pour 100 de chlorure de carbone; cependant des dosages convenablement dirigés, dont j'omets les détails, m'ont conduit à supposer que le brome et l'éther s'étaient unis dans les rapports de *une* molécule d'éther $[(C^2H^5)^2O]$ et de *trois* atomes de brome. On arrive à des résultats plus nets en versant du brome avec précaution et en refroidissant dans de l'éther anhydre, dans les proportions de 2 parties de brome pour 1 partie d'éther. Le mélange homogène, rouge et transparent, s'échauffe légèrement au bout de quelques minutes, et laisse déposer une quantité abondante d'une huile rouge-grenat, transparente, surnagée d'une légère couche d'éther presque incolore. L'analyse de cette huile donne des nombres qui conduiraient approximativement à la formule $(C^2H^5)^2O.Br^2$.

» Comme il y avait lieu de supposer, d'après son mode de formation, que cette huile pouvait contenir une certaine quantité d'éther simplement dissous et non combiné au brome, je l'ai soumise à l'action d'un mélange réfrigérant de glace pilée et de sel. Au-dessous de zéro, elle se prend en une masse de beaux cristaux feuilletés, rouge clair, assez semblables par la couleur à de l'acide chromique. Cette masse, refroidie rapidement, et fortement exprimée entre des doubles de papier à filtre, laisse un résidu rouge, cristallisé, solide à la température ordinaire, fusible à 22 degrés environ et cristallisant par le refroidissement, qui représente la véritable combinaison de brome et d'éther. Des analyses nombreuses, faites sur des produits obtenus de cette manière, dans diverses opérations, conduisent toutes exactement à la formule $(C^4H^{10}O.Br^3)^2$.

» L'éther bromuré est très-déliquescent à l'air humide; la moindre trace d'éther en excès, ou d'un autre liquide carburé, suffit pour abaisser de beaucoup son point de fusion et le maintenir liquide à la température ordinaire. A la pression ordinaire de 760 degrés, il n'émet aucune vapeur de brome; son odeur est forte et irritante, mais beaucoup moins que celle du brome lui-même. L'eau le dissout, en le décomposant en brome et éther; cette solution aqueuse étendue émet des vapeurs de brome dans l'atmosphère

supérieure. La potasse le décompose en donnant du bromure et du bromate de potassium, ainsi que de l'éther. Il s'altère peu à peu spontanément, en dégageant de l'acide bromhydrique et en se liquéfiant. Chauffé vers 70 à 80 degrés, il émet beaucoup d'acide bromhydrique en se décomposant. Chauffé en vase clos à 100 degrés, il se décolore presque entièrement et se partage en deux couches : l'une supérieure, égale au vingtième environ de l'autre, est de l'eau chargée d'acide bromhydrique; l'autre plus pesante, soumise à la distillation fractionnée, a donné environ deux tiers de son poids de bromure d'éthyle bouillant à 40 degrés. A partir de ce point, le thermomètre s'élève rapidement vers 160 degrés; entre ces deux limites, il distille fort peu de chose. Le résidu (un tiers environ de la masse totale) contient beaucoup de bromal, que l'on peut enlever par agitation avec un excès d'eau. La partie insoluble dans l'eau est une huile incolore, à odeur forte et pénétrante, bouillant vers 175 degrés. Son analyse a donné des nombres conduisant à la formule $C^4H^5Br^3O^2$. Ce corps, qui sera soumis ultérieurement à une étude spéciale, semble représenter une combinaison d'aldéhyde monobromé et d'aldéhyde bibromé, ou d'aldéhyde et de bromal. Le bromal et les cristaux d'hydrate de bromal obtenus dans cette réaction ont donné à l'analyse un peu moins de brome et un peu plus de carbone que ne le comportent les formules C^2HBr^3O et $C^2HBr^3O.2H^2O$. Il se pourrait qu'il y eût en présence une certaine quantité d'aldéhyde bibromé susceptible, comme le bromal, de s'unir à l'eau.

» En résumé, le brome et l'éther mis en présence s'unissent par addition, et fournissent un composé solide cristallisé $(C^4H^{10}O.Br^3)^2$, peu stable, et duquel le brome peut être enlevé par la potasse ou par le zinc. Ce composé se détruit vers 100 degrés, en donnant de l'acide bromhydrique, de l'eau, du bromure d'éthyle, du bromal et le composé nouveau $C^4H^5Br^3O^2$.

» Les équations suivantes rendent compte de ce mode de décomposition :

$$1^\circ \quad 2(C^4H^{10}O.Br^3) = BrH + H^2O + \underbrace{3(C^2H^5Br)}_{\text{Bromure d'éthyle.}} + \underbrace{C^2H^2Br^2O}_{\text{Aldéhyde bibromé.}};$$

$$2^\circ \quad \underbrace{3(C^2H^2Br^2O)}_{\text{Aldéhyde bibromé.}} = \underbrace{C^2HBr^3O}_{\text{Bromal.}} + \underbrace{C^4H^5Br^3O^2}_{\text{Dialdéhyde tribromé.}}. \text{ »}$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Savon neutre sans trace d'alcali caustique.* Note de M. Mialhe.

« Il existe dans le commerce de la parfumerie deux espèces de savons de toilette, tout à fait différents par suite de la méthode qui a servi à leur préparation. Les uns sont fabriqués à chaud, à l'aide de lessives caustiques faibles, et sont dépouillés aussi complétement que possible de l'alcali surabondant. Les savons de toilette qui résultent de la fabrication à chaud sont moins alcalins, moins caustiques que les savons préparés à froid, mais ils sont beaucoup moins onctueux, parce que, pendant la *liquidation*, ils se sont dépouillés de toute la glycérine combinée avec les corps gras employés, tandis que les savons obtenus à froid sont toujours, quelque soin qu'on apporte à leur préparation, beaucoup plus alcalins, mais aussi beaucoup plus onctueux, en raison de la glycérine qu'ils conservent tout entière; cette glycérine masque, sans la détruire, la causticité de la soude restée libre lors de la saponification.

» Mais si ces savons pouvaient être rendus parfaitement neutres, c'est-à-dire exempts de leur causticité, ils réuniraient toutes les conditions désirables. Or nous avons obtenu ce résultat en faisant réagir sur eux le gaz acide carbonique; ce gaz sature la soude caustique échappée à la saponification et détruit ainsi toute leur causticité.

» A cet effet, on prend du savon de toilette fabriqué à froid, par les procédés ordinaires du commerce; on le réduit en copeaux qui, placés sur des clayons, sont exposés, dans une chambre convenablement close, à l'action du gaz acide carbonique. Le savon absorbe un volume d'acide proportionnel à la quantité de soude caustique échappée à la saponification, et, par suite de la transformation de cet alcali libre en bicarbonate, il perd toute sa causticité. Il constitue alors un savon complétement neutre, contenant toute la glycérine des corps gras employés à sa préparation et une certaine quantité de bicarbonate de soude. »

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Peligot.)

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des effets thérapeutiques du silicate de soude.* Note de MM. A. Rabuteau et F. Papillon.

« Depuis la publication de nos premières recherches sur l'action physiologique du silicate de soude, recherches inspirées, nous tenons à le rappeler, par les récents travaux de M. Dumas, et reproduites par toute la

presse médicale, ce sel a fait l'objet d'expérimentations thérapeutiques que nous devons signaler à l'Académie.

» M. Dubrueil a communiqué dernièrement à la Société de Chirurgie des observations desquelles il résulte qu'en injectant une solution de silicate de soude à $\frac{1}{200}$ chez un homme âgé, atteint d'hypertrophie de la prostate et de paralysie de la vessie, et chez qui tous les autres moyens de traitement avaient échoué, on a obtenu des effets curatifs presque immédiats. L'alcalinité par suite de fermentation ammoniacale a disparu, l'urine a repris sa réaction acide normale, et la formation de muco-pus s'est arrêtée (1).

» M. Marc Sée et M. Gontier ont entrepris, depuis plusieurs semaines, à l'hôpital du Midi, des recherches cliniques, encore en voie d'exécution, sur les effets du silicate de soude dans les écoulements blennorrhagiques et les balanites simples ou accompagnées d'ulcérations spécifiques. Dès aujourd'hui, ces savants chirurgiens nous autorisent à déclarer que l'action du silicate paraît également efficace, d'une part pour faire cesser les écoulements, de l'autre pour opérer les cicatrisations.

» Cependant nous aurions attendu de pouvoir produire des faits plus nombreux et suivis pendant plus longtemps, s'il ne nous avait point semblé nécessaire d'indiquer, sans retard, dans quelles conditions nous pensons que le silicate de soude doit être employé.

» Certains praticiens, en effet, l'administrent à l'intérieur et demandent à quelles doses il faut le donner en ce cas. Quelques-uns le considèrent comme un dépuratif. D'autres vont même jusqu'à en assimiler les propriétés à celles du bicarbonate de soude. C'est là une dangereuse erreur. L'étude physiologique que nous avons faite de ce corps nous a démontré qu'il possédait une activité d'une espèce si particulière, qu'on ne saurait, sans imprudence, y recourir pour l'usage interne. Si l'on peut injecter impunément dans les veines d'un chien 2 et même 4 grammes de borate de soude, qui s'élimine facilement par les urines, il n'en est pas de même pour le silicate. Introduit directement dans le sang, à la dose de 1 ou 2 grammes, ce sel, ainsi que nous l'avons établi précédemment, tue le chien au bout de cinq à dix jours. Après la mort, on constate que les reins sont graisseux et qu'il y a une desquamation des épithéliums des tubuli.

» Mais, en ce qui concerne l'injection dans la vessie et les diverses applications topiques, le silicate est recommandable au plus haut point. Il tend,

(1) *Gazette des Hôpitaux* du samedi 23 novembre 1872.

aussi bien sur l'organisme que dans les vaisseaux d'un laboratoire ou sous l'objectif du microscope, à détruire, en un temps variable, les globules de pus, les parasites microscopiques, les particules et corpuscules organisés qui provoquent les corruptions de toute sorte; et cette action s'exerce à des doses même très-faibles, celle de 50 centigrammes, par exemple, pour 100 grammes d'eau. Nous pensons qu'il mériterait d'être spécialement expérimenté dans certaines maladies de la peau.

» Nous aurons l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie la suite de nos études sur cette importante question, où l'art de guérir profitera des moyens suggérés tout d'abord par l'examen des problèmes les plus abstraits de la Physiologie générale. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude* (*deuxième Note*); *par* **M. Picot**.

« Les recherches, objet de cette Note, ont porté, les unes sur les fermentations qui se produisent en dehors de l'organisme : elles sont la continuation de celles que j'ai signalées précédemment; les autres sur une des fermentations physiologiques, celle qui, dans le foie, transforme en glucose la matière glycogène. De plus, j'ai essayé l'action du silicate au point de vue pathologique.

PREMIÈRE SÉRIE : *Fermentations en dehors de l'organisme.*

» A. *Fermentation alcoolique indirecte : 1° sucre de canne et levûre de bière.* — Dans dix-sept fioles, je place 50 centimètres cubes d'une solution de sucre au cinquième, avec 5 grammes de levûre. L'une de ces fioles reste telle, et chacune des autres est additionnée d'une dose de silicate qui commence à $0^{gr},25$, et qui finit à 1 gramme, en s'élevant chaque fois de $0^{gr},05$. La température ambiante est de 10 degrés.

» Au bout de trente minutes, la fermentation s'établit dans l'expérience type; elle se montre après trois heures dans celle qui contient $0^{gr},25$, et progressivement dans les autres; elle existe partout après six heures.

» Une même solution de 50 centimètres cubes de $1^{gr},50$ du sel, une autre de 2 grammes. La fermentation se montre malgré cette dose après huit heures dans la première, après 9 heures dans la seconde; 2 grammes de sel sont donc insuffisants pour empêcher cette fermentation.

2° *Sucre de lait et levûre de bière.* — La solution, au cinquième, de sucre de lait additionnée de $0^{gr},20$ du sel, dont il est parlé dans ma première Note, a fermenté après trois jours. Des solutions semblables, maintenues à

la température de 40 degrés et additionnées de $0^{gr},25$, $0^{gr},30$, $0^{gr},35$, $0^{gr},40$, ont fermenté après trois et quatre jours. Celle contenant $0^{gr},50$ n'a pas fermenté après quinze jours.

» B. *Fermentation lactique.* — Les 50 centimètres cubes de lait additionnés de $0^{gr},20$ du sel de ma dernière expérience ont montré la réaction acide après six jours. Le 18 novembre, dans dix fioles renfermant chacune 50 centimètres cubes de lait, je place des doses du sel croissant de $0^{gr},05$ à partir de $0^{gr},25$. La dernière contient $0^{gr},70$. Température 10 degrés. Le 26, réaction acide dans toutes les fioles à doses inférieures à $0^{gr},50$. Le papier réactif a des teintes dégradées très-sensibles. Le 30, même état, aucune réaction au-dessus de $0^{gr},50$.

» C. *Fermentation ammoniacale et putride de l'urine.* — Le 25 novembre, je prépare les expériences suivantes :

N° 1 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes.
N° 2 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, $0^{gr},10$.
N° 3 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, $0^{gr},20$.
N° 4 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, $0^{gr},50$.
N° 5 : urine, 50 grammes; eau, 10 grammes; silicate, 1 gramme.

» Le 26 novembre, n° 1, odeur ammoniacale. Dégagement constaté par HCl. Rien dans les autres.

» Le 27 novembre, n° 2, odeur et dégagement d'ammoniaque.

» Le 28 novembre, n° 1, présence d'une grande quantité d'infusoires (*bacterium punctum, bacterium bacillus, bacterium catenula*). N° 2 et n° 3, odeur et réaction ammoniacale; infusoires, mais moins nombreux. N° 4, ammoniaque, à peine trois ou quatre infusoires (*bacterium punctum*) dans le champ du microscope. N° 5, rien.

» 30 novembre. Même état.

» Donc 1 gramme de silicate dans 50 grammes d'urine empêche les fermentations ammoniacale et putride. Je signale l'importance de ce fait au point de vue pathologique et thérapeutique.

» D. *Fermentation putride : 1° sur la viande.* — Les expériences citées dans ma première Note se sont maintenues dans l'état signalé à cette époque. Aujourd'hui, après plus d'un mois, elles sont restées telles; aucune odeur putride, pas d'infusoires.

» 2° *Sur le sang.* — Le 25 octobre, vingt et une fioles renferment chacune 50 centimètres cubes de sang frais et tout à fait normal pris sur un bœuf sacrifié à l'instant. J'ajoute des doses successives de silicate depuis $0^{gr},05$ jusqu'à 1 gramme. Une fiole reste pour type.

» *Résultats.* — Le 30 octobre, odeur de putréfaction, infusoires dans la fiole type. Rien dans les autres.

» Le 8 novembre, putréfaction du sang renfermant $0^{gr},05$.

» 10 novembre. Fonte complète des globules rouges dans toutes les fioles silicatées à partir de $0^{gr},10$. Pas de putréfaction à partir de $0^{gr},30$; le sang est pris en gelée.

» 30 octobre. Même état. Donc, pendant plus d'un mois, avec $0^{gr},10$ de silicate, j'ai empêché la putréfaction de 50 centimètres cubes de sang. Le silicate, à cette dose, détruit les globules rouges. J'appelle plus particulièrement l'attention sur ces résultats, qui me semblent avoir une grande valeur pour ce qui est des maladies septiques et septicoïdes.

DEUXIÈME SÉRIE. — *Fermentations dans l'organisme.*

» A. *Fermentation physiologique. — Transformation de la matière glycogène en glucose.* — Les foies de deux chiens, extraits immédiatement après la mort, sont lavés par un courant d'eau entrant par la veine porte, sortant par la veine cave, jusqu'à ce que les eaux ne renferment plus de sucre. Alors, dans l'un, je pousse une injection de silicate à 2 pour 100. D'heure en heure, j'essaye les foies par le réactif de Felhing. Le foie normal donne du sucre, l'autre n'en donne pas, même après douze heures. Il faut avoir soin que les injections de lavage aient bien pénétré partout; sans cela l'expérience ne réussit pas.

» Cette expérience me paraît avoir beaucoup de valeur. Je veux la reproduire pendant la vie, car elle pourrait, à mon sens, ouvrir une voie pour le traitement de certains diabètes.

» B. *Fermentations pathologiques. — Blennorrhagie urétrale chez la femme.* — Les recherches modernes (Hallier, Salisbury) la montrent comme produite par la présence d'un microphyte. Voici les résultats obtenus jusqu'ici. Partout il s'agissait d'écoulement blennorrhagique franchement purulent. Les expériences ont eu lieu publiquement dans mon service, à l'hôpital de Tours.

M. B.,	entrée le	9	novembre,	sortie le 16	novembre.	Guérie en	7	jours.
C. D.,	»	13	»	23	»		10	»
M. F.,	»	22	»	27	»		5	»
L. P.,	»	13	»	28	»		5	»
J. M.,	»	25	»	30	»		5	»

» M. G., porteur d'une urétrite qu'une grossesse concomitante avait rendue rebelle à tout traitement, a été guérie en 12 jours.

» *Traitement.* — Une injection urétrale par jour avec solution de silicate, 2 pour 100.

» Je n'ai pas eu l'occasion d'essayer dans la blennorrhagie urétrale de l'homme.

» De tous ces faits, il semble résulter que le silicate de soude arrête, d'une manière certaine, et à très-petite dose, la fermentation putride, qu'il retarde d'autres fermentations, qu'il détruit les globules rouges en dehors de l'organisme, qu'il s'oppose à la transformation en glucose de la matière glycogène du foie; qu'enfin il aurait une grande efficacité dans le traitement de la blennorrhagie urétrale chez la femme. Dans une prochaine Communication, je montrerai son action sur les fermentations expérimentales produites au sein de l'organisme, ainsi que son action physiologique. »

PHYSIOLOGIE. — *Seconde observation sur quelques Communications récentes de M.* Pasteur, *notamment sur la théorie de la fermentation alcoolique; par* **M. A. Béchamp.**

« Sous ce titre : *Faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations proprement dites*, M. Pasteur a publié une Note (1) dont la lecture m'a d'autant plus vivement intéressé, que j'y ai trouvé plusieurs pensées qui me sont depuis longtemps familières. Mon profond respect pour l'Académie, le soin de ma propre dignité, m'imposent l'obligation de présenter quelques observations sur cette Communication; autrement, les personnes qui ne sont pas au courant de la question pourraient croire que j'en ai imposé au public en m'attribuant des faits et des idées qui ne seraient pas de moi.

» Je crois avoir été le premier à mettre en lumière ces deux points essentiels, savoir : 1° que des ferments organisés et vivants peuvent naître dans des milieux dépourvus de matières albuminoïdes; 2° que les phénomènes de fermentation par ferments figurés, considérés au point de vue que M. Dumas avait formulé en 1844, sont essentiellement des actes de nutrition.

» Je vais le montrer par les dates et par des citations.

» 1° A la fin de 1857, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire, qui n'a été publié qu'au mois de septembre 1858 (2), dans lequel je me suis proposé de démontrer la proposition suivante :

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 784.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 28.

« *L'eau froide ne modifie le sucre de canne qu'autant que des moisissures peuvent se développer, ces végétations élémentaires agissant ensuite comme ferments.* »

» A la question : « De quelle manière agissent les moisissures? » j'ai répondu : « A la manière des ferments; » et à celle-ci : « D'où provient le ferment? » j'ai répondu comme il suit :

« Depuis longtemps j'enseigne, à la suite de M. Dumas (et je cite des articles des *Fermentations* et *Putréfaction* du *Traité de Chimie appliquée aux arts*), qu'à chaque fermentation répond un ferment particulier. Mais il était admis qu'il fallait qu'une substance de nature protéique se trouvât en présence de la matière fermentescible, pour que le ferment propre à l'accomplissement du phénomène, certaines conditions de température et de milieu étant remplies, se développât. C'est ainsi que, d'après les expériences de M. Cl. Bernard, l'albumine du sérum se transforme, dans l'eau sucrée, successivement en globules blancs, puis en globules de levûre; qu'il est nécessaire que le caséum se trouve en présence de la craie et d'un hydrate de carbone pour que cette substance albuminoïde se change en un ferment lactique. Si les conditions changent, un autre ferment naît, d'autres produits prennent naissance.

» Mais dans mes dissolutions il n'existait pas de substance albuminoïde; elles étaient faites avec du sucre candi pur, lequel, chauffé avec de la chaux sodée récente, ne dégageait pas d'ammoniaque. Il paraît donc évident que des germes apportés par l'air ont trouvé dans la solution sucrée un milieu favorable à leur développement, et il faut admettre que le ferment est produit ici par la génération de végétations mycélioïdes. La matière qui se développe dans l'eau sucrée se présente tantôt sous la forme de petits corps isolés (ce que j'ai appelé plus tard des microzymas), tantôt sous la forme de volumineuses membranes incolores (c'était du mycélium enchevêtré), qui sortent tout d'une pièce des flacons. Ces membranes, chauffées avec de la potasse caustique, dégagent de l'ammoniaque en abondance. »

» Donc, loin de faire intervenir des matières albuminoïdes, j'en constatais la formation; et, plus loin, je comparais la cause de l'intervention du sucre à celle de l'action de la diastase sur la fécule. Je notais, de plus, la formation d'un acide volatil consécutivement à la naissance du ferment. Je constatais, enfin, que ces moisissures excitent rapidement la transformation du sucre de canne en glucose, et j'ajoutais : « Cette étude fera l'objet d'un travail spécial. »

» Tel a été le point de départ de mes recherches sur les zymases, de la découverte des microzymas de la craie; des microzymas en général et de leurs fonctions; enfin des études ininterrompues que j'ai, jusqu'en ces derniers temps, successivement communiquées à l'Académie.

» J'avais donc, entre 1855 et 1857, réussi à démontrer que *les substances albuminoïdes ne sont pas primitivement nécessaires à l'évolution des ferments et*

que ceux-ci ne sont point des matières albuminoïdes mortes, mais bien des êtres vivants.

» Je note que, dans le même temps, M. Pasteur ne se dispensait pas d'employer des matières protéiques dans son travail sur la fermentation lactique.

» 2° En 1863, dans des leçons sur la fermentation vineuse, j'ai largement appliqué les conséquences de mes recherches et de la théorie de la fermentation formulée par M. Dumas. L'année suivante, j'ai énoncé, conformément à mes expériences, la théorie physiologique de la fermentation alcoolique (1). Je disais :

« Pour moi, la fermentation alcoolique et les autres fermentations par ferments organisés ne sont pas des fermentations proprement dites : ce sont des actes de nutrition, c'est-à-dire de digestion, d'assimilation, de respiration et de désassimilation.

» .....La levûre transforme d'abord, hors d'elle-même, le sucre de canne en glucose par le moyen d'un produit qu'elle contient tout formé dans son organisme et que je nomme *zymase :* c'est la digestion; elle absorbe ensuite ce glucose et s'en nourrit; elle assimile, se multiplie, s'accroît et désassimile. Elle assimile, c'est-à-dire qu'une portion de la matière fermentescible modifiée fait momentanément ou définitivement partie de son être et sert à son accroissement et à sa vie. Elle désassimile, c'est-à-dire qu'elle rejette au dehors les parties usées de ses tissus, sous la forme des composés qui sont les produits de la fermentation. »

» M. Pasteur m'avait objecté que l'acide acétique, dont j'avais démontré la formation constante dans la fermentation alcoolique, avait pour origine, non le sucre, mais la levûre. A cette question, de l'origine des produits de la fermentation alcoolique, qui a tant préoccupé M. Pasteur et ses disciples, je répondais :

« Ils doivent, d'après la théorie, venir tous de la levûre. Ils doivent venir d'elle, de même que l'urée vient de nous, c'est-à-dire des matériaux qui ont d'abord composé notre organisme. De même que le sucre, que M. Cl. Bernard voit se former dans le foie, vient du foie et non directement des aliments, de même l'alcool vient de la levûre. »

» Voilà ce que j'appelle la théorie physiologique de la fermentation. Depuis 1864, tous mes efforts ont le développement de cette théorie pour objet : je l'ai développée dans une conférence faite à Montpellier (2), et dans une autre faite à Lyon (3). J'y ai d'autant plus insisté qu'elle était plus attaquée. Attaquée par qui? On va le voir.

---

(1) *Comptes rendus*, 4 avril 1864.

(2) *De la circulation du carbone dans la nature*, 1867.

(3) *De l'alimentation*, 1869; imprimée en 1870.

» Je ne sais pas si, à cette époque, les pensées de M. Pasteur étaient du même ordre, ni ce qu'il soupçonnait; mais ce que je sais, c'est que ses travaux ne lui avaient pas permis de conclure que la fermentation pût être comparée à un acte de nutrition. En effet, alors et depuis, pour M. Pasteur « la fermentation était essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte » vital » ; cela, traduit en langage ordinaire, signifie que c'est par un acte mystérieux, pendant qu'il se développe et se multiplie, ou tandis qu'il est présent et vivant, que le ferment décompose le sucre; mais l'acte chimique ne s'accomplit pas *dans le ferment*, comme l'exigerait la nutrition. Berzélius et Mitscherlich se seraient accommodés de cette théorie. M. Pasteur était moins en progrès que M. Dumas et même Turpin : il a énoncé autrement la théorie de la végétation de Cagniard-Latour, voilà tout. Je vais justifier cela.

» Un élève de M. Pasteur, M. Duclaux, a positivement contredit la théorie que je soutiens et que j'ai, de plus en plus, expérimentalement développée devant l'Académie. M. Duclaux (1), reprenant mes expériences sur les acides volatils de la fermentation alcoolique, s'exprime ainsi :

« M. Béchamp n'a pas remarqué qu'ils pouvaient avoir deux origines très-distinctes, et qu'ils pouvaient provenir, soit du sucre, soit de la levûre. »

» Après quoi l'auteur continue ainsi :

« Lorsque, dans une fermentation alcoolique, on voit un poids déterminé de sucre être transformé en alcool par un poids de levûre cent et mille fois plus petit, *il est bien difficile de croire* que ce sucre a fait, à une époque quelconque, partie des matériaux de la levûre, et qu'il est (l'alcool) quelque chose comme un produit d'excrétion (2). »

» Cette façon de concevoir les choses est comme un écho de l'enseignement de M. Pasteur qui, lui-même, a dit, dans la Note qui a provoqué ces observations :

« Ce qui sépare les phénomènes chimiques des fermentations d'une foule d'autres, et particulièrement des actes de la vie commune, c'est le fait de la décomposition d'un poids de matière fermentescible bien supérieur au poids du ferment en action. »

» Voici comment, en 1867, j'ai répondu à M. Duclaux (3) :

« On a fait à cette théorie physiologique de la fermentation alcoolique une objection : on

---

(1) *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, t. II, p. 249 (1865).

(2) Le reste ne fait qu'accentuer davantage l'abîme qui sépare ma manière de voir de celle de M. Pasteur.

(3) *De la circulation du carbone dans la nature*, p. 71.

a dit que l'on ne saurait admettre que, dans une opération où un poids donné de levûre peut décomposer plusieurs centaines de fois son poids de sucre, celui-ci ou l'alcool dans lequel il s'est décomposé ait pu, à aucun moment du phénomène, faire partie de la substance de la levûre. Parler ainsi, c'est ne pas comprendre l'essence des opérations physiologiques. L'objection est du genre de celle-ci : Supposez un homme adulte, ayant vécu un siècle et pesant en moyenne 60 kilogrammes; il a consommé, en même temps que d'autres aliments, l'équivalent de 20,000 kilogrammes de viande, et produit à peu près 800 kilogrammes d'urée. Dirait-on qu'il est impossible d'admettre que cette masse de viande ou d'urée ait pu, à aucun moment de sa vie, faire partie de son être? Or, de même qu'un homme ne consomme tout cela qu'en répétant le même acte un grand nombre de fois, la cellule de levûre ne consomme les grandes masses de sucre qu'en assimilant et désassimilant sans discontinuité. Mais ce qu'un homme ne consommerait et ne produirait que dans un siècle, un nombre suffisant d'hommes l'absorberaient et le formeraient dans un jour. Il en est de même de la levûre : le sucre qu'un petit nombre de cellules ne consomme que dans un an, un plus grand nombre le détruit en un jour : plus nombreux sont les individus, plus rapide est la consommation. ».

» Il m'est donc impossible d'accorder que M. Pasteur ait fondé la théorie physiologique de la fermentation considérée comme phénomène de nutrition : ce savant et ses disciples en ont pris le contre-pied. Je prie l'Académie de me permettre de prendre acte de cette conversion de M. Pasteur. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la Communication faite par M.* Pasteur, *le 7 octobre 1872; par* **MM. A. Béchamp** *et* **A. Estor.**

« M. Pasteur annonçait à l'Académie, le 7 octobre dernier, des expériences nouvelles sur le rôle des cellules, en général, considérées comme agents de fermentation dans certaines circonstances.

» Les conclusions principales de sa Communication sont les suivantes :

1° Tous les êtres sont des ferments dans certaines conditions de leur vie, car il n'en est pas chez lesquels on ne puisse momentanément suspendre l'action de l'oxygène libre; 2° la cellule ne meurt pas en même temps que l'être ou l'organe dont cette cellule fait partie; 3° M. Pasteur pressent, par les résultats déjà obtenus, qu'une voie nouvelle est ouverte à la Physiologie et à la Pathologie médicales.

» Tout être, ou plutôt un organe dans cet être, ou, dans cet organe, un ensemble de cellules, peuvent se comporter comme des ferments. Cette proposition, nous l'avons émise et expérimentalement démontrée depuis

longtemps, et nous avons de plus fait voir les parties qui, dans la cellule, dans l'organe ou dans l'être, étaient vraiment actives et comme impérissables. L'œuf, M. Béchamp l'a démontré, abstraction faite de ce qui sera l'embryon, ne contient rien d'organisé que les microzymas; tout dans l'œuf, au point de vue chimique, sera nécessairement l'œuvre des microzymas; que, dans cet œuf, l'ordre soit troublé par de violentes secousses, que se passe-t-il? Les substances albuminoïdes et les corps gras restent inaltérés, le sucre et les matières glucogènes disparaissent, et, à leur place, on trouve de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide butyrique; il s'est passé là une fermentation parfaitement caractérisée. Voilà la fonction des microzymas de l'œuf. Dans l'être en puissance, il existe donc déjà des microzymas, des microphytes ferments, qui sont les agents et la cause de tous les phénomènes observés (1).

» Et quand l'œuf d'oiseau aura accompli sa fonction, qui est de donner un oiseau, les microzymas auront-ils disparu? Non; on peut les suivre dans tous les éléments histologiques (2); ils préexistent, on les retrouve pendant le fonctionnement et la vie de ces éléments; on les retrouvera encore après la mort : les tissus ne vivent que par eux.

» La partie des êtres organisés essentiellement active et vivante, disent les physiologistes, est le protoplasma granuleux. Nous avons fait un pas de plus, et nous disons : ce sont les granulations du protoplasma; et, tandis que leur énoncé est une sorte de vue de l'esprit, nous donnons à nos conclusions les preuves expérimentales les plus variées, les plus positives. Bichat considérait les tissus comme des éléments du corps des animaux supérieurs; avec le secours du microscope, on a découvert des particules ténues bien délimitées, des cellules; on les a regardées à leur tour comme des parties élémentaires, comme le dernier terme de l'analyse, comme une sorte de molécule vivante.

» Nous avons dit à notre tour : La cellule est un agrégat d'un nombre infini de petits êtres, ayant une vie indépendante, une histoire naturelle à part. Cette histoire naturelle, nous l'avons faite tout entière. Nous avons vu les microzymas des cellules animales s'associer deux à deux ou en plus grand nombre, s'allonger jusqu'à devenir des bactéries ou même des bacté-

---

(1) *Sur la fermentation alcoolique et acétique spontanée des œufs* (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 523).

(2) *Du rôle des microzymas pendant le développement embryonnaire* (*Comptes rendus*, octobre 1872).

ridies (1). Nous avons même vu des bactéridies très-longues (sorte de *mycelium*), un peu plus larges, et, dans les tubes qu'elles représentaient, des granulations qui n'attendaient qu'un milieu favorable pour renouveler la série des phénomènes observés. Et pendant toute cette évolution nous avons démontré que les microzymas sont personnellement des ferments (2).

» Nous avons ensuite étudié le rôle de ces microphytes ferments en Physiologie, en Pathologie et après la mort. Nous avons d'abord constaté leur importance dans le fonctionnement des appareils sécréteurs (3), et ce fonctionnement n'est, après tout, qu'un mode particulier de la nutrition. Nous les avons considérés comme facteurs de cellules (4); nous les avons vus destinés à donner la clef des difficultés qui séparent les deux théories les plus célèbres du développement des tissus.

» Nous avons proclamé aussi l'importance des microzymas en Pathologie :

« Dans la fièvre typhoïde, disions-nous en 1869, dans la gangrène, dans les maladies charbonneuses, l'existence des bactéries a été constatée dans les tissus et dans le sang, et l'on était fort disposé à voir là un fait de parasitisme ordinaire. Il est évident, d'après ce que nous avons dit, qu'au lieu de soutenir que l'affection a eu pour origine et pour cause l'introduction dans l'organisme et l'action consécutive de germes étrangers, on doit affirmer qu'on n'a eu affaire qu'à une déviation de fonctionnement des microzymas, déviation indiquée par le changement qui s'est opéré dans leur forme. . . . (5). »

» Le 3 mai 1870, M. Béchamp lisait un Mémoire devant l'Académie de Médecine touchant non-seulement à la Pathologie en général, mais à la Médecine pratique elle-même (6). Tous les travaux modernes sur la contagion et les virus sont sans fondements en dehors de la doctrine des microzymas.

« Après la mort, disions-nous encore au *Congrès médical de Montpellier* en 1869, il faut que la matière revienne à son état primitif, car elle n'a été prêtée que pour un temps à

---

(1) Particulièrement : *De l'origine et du développement des bactéries* (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 859).

(2) Voyez surtout : *De la fermentation de l'alcool par les microzymas du foie* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1567).

(3) *Sur la nature et les fonctions des microzymas du foie* (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 421).

(4) *De la nature de la fibrine* (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 713); *Des globules du sang* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 265).

(5) *Congrès médical de Montpellier*, 1869. — *Montpellier médical*, janv. 1870.

(6) Séance de l'Académie de Médecine, 3 mai 1870.

l'être organisé vivant. On a fait, dans ces derniers temps, jouer un rôle excessif aux germes apportés par l'air ; l'air peut en apporter, en effet, mais ils ne sont pas nécessaires. Les microzymas à l'état de bactéries suffisent pour assurer par la putréfaction le mouvement circulaire de la matière. »

» 1° Nous avons donc démontré, depuis longtemps, non-seulement que les cellules peuvent se comporter comme des ferments, mais quelles sont en elles les parties qui jouent ce rôle. 2° « La cellule, dit-on, ne meurt pas » en même temps que l'être ou que l'organe dont cette cellule fait partie. » Cette proposition est mal formulée : la cellule meurt assez vite, si l'on considère comme cellule l'enveloppe extérieure ou même le noyau. On sait qu'il est impossible de faire de l'histologie avec un cadavre, bien capable de fermentations variées; quelques heures après la mort, il est quelquefois impossible de retrouver une seule cellule épithéliale intacte. Ce qu'il faut dire, c'est que la cellule ne meurt pas tout entière; nous l'avons depuis longtemps prouvé, en élevant les parties qui survivent en elles. 3° M. Pasteur pressent qu'une voie nouvelle est ouverte à la Physiologie. En 1869, nous écrivions, comme conclusion de tous nos travaux antérieurs : « L'être » vivant rempli de microzymas porte donc en lui-même avec ces micro- » phytes ferments les éléments essentiels de la vie, de la maladie, de la » mort et de la destruction totale. ». Cette voie nouvelle, nous ne l'avons donc pas seulement pressentie, nous l'avons vraiment ouverte depuis des années et hardiment parcourue. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une matière extraite d'un Champignon de la Chine;* Note de M. P. Champion.

« Les Chinois, chez lesquels les sciences positives et spécialement la Chimie sont presque inconnues, empruntent au règne végétal la plus grande partie de leurs médicaments. Parmi ceux-ci, certains sont doués d'une énergie remarquable, tandis que d'autres paraissent n'exercer aucune action sur l'économie.

» Pendant un voyage dans l'extrême Orient, notre attention fut attirée par une espèce de Champignon que les Chinois découpent en tranches minces, et dont l'infusion est spécialement employée dans certaines maladies vénériennes. Ce Champignon, qui porte le nom de *Fouh-ling*, se rencontre abondamment dans le commerce de la droguerie chinoise, et provient de la province du Sou-tchuen. Il présente souvent la grosseur du poing et est de forme ovoïde; certains échantillons acquièrent le poids

de 1 kilogramme. Le *Fouh-ling* est connu des botanistes sous le nom de *Pachyma pinctorum* (1).

» La matière que nous en avons extraite a été désignée par nous sous le nom de *pachymose*, en raison de son origine; elle présente une certaine analogie avec la gélose et la dialose (2), quoique ses caractères chimiques soient notablement différents.

» Lorsqu'on soumet à l'ébullition, ou à une macération prolongée, cette matière débarrassée de son écorce et réduite en poudre fine à l'aide d'une lime, elle se gonfle et acquiert une certaine transparence. En présence de l'ammoniaque, les cellules qui la composent augmentent de volume et la matière présente un aspect gélatineux.

» La matière normale se dissout, pour la plus grande partie, à froid dans la potasse concentrée; à chaud, la dissolution s'effectue rapidement, mais la liqueur se colore d'abord en jaune, puis en brun.

» Si, sur le porte-objet du microscope, on place une goutte d'ammoniaque, à la surface de laquelle on dépose une petite quantité de sciure, on voit les cellules se gonfler rapidement et adhérer les unes aux autres. En remplaçant l'ammoniaque par la potasse au dixième, la matière, aussitôt après son gonflement, se dissout, et l'on ne distingue plus que des téguments allongés, qui représentent sans doute les enveloppes des cellules.

» La matière normale renferme une substance azotée dont on peut la débarrasser à l'aide de plusieurs traitements à chaud par l'ammoniaque et l'acide acétique; on dissout ensuite dans la potasse au dixième le résidu du traitement, et l'on précipite par l'acide chlorhydrique la liqueur filtrée. On obtient ainsi une masse gélatineuse, qui solidifie une quantité d'eau considérable et présente un aspect analogue à celui du pectate de chaux. Lavée et séchée, elle fournit des plaques translucides, incolores, douées d'une certaine élasticité.

» La pachymose est insoluble dans l'eau, ce qui la distingue de la gélose et de la dialose. Dissoute dans la potasse, elle forme des combinaisons insolubles avec les sels de plomb et de chaux. Elle ne se dissout pas dans l'ammoniure de cuivre; mais, traitée à chaud par l'acide chlorhydrique étendu, elle réduit la liqueur cupropotassique. L'acide sulfurique concentré et l'acide azotique ordinaire la dissolvent en la décomposant, et la solution ne précipite pas par un excès d'eau. En présence de l'acide azotique

---

(1) Le Maout et Decaisne : *Traité général de Botanique*, p. 707.

(2) Payen : *Traité de Chimie industrielle*.

fumant ou du mélange nitrosulfurique, elle se gonfle et se transforme en un composé très-combustible, qui détone sous le choc à la manière du coton-poudre.

» D'après les analyses de M. Pellet, notre collaborateur, la composition de cette substance est représentée par les nombres suivants :

Carbone	32,25
Hydrogène	6,25
Oxygène	61,50
	100,00

qui correspondent à la formule $C^{20}H^{24}O^{28}$. »

HISTOLOGIE. — *De la numération des globules rouges du sang chez les mammifères, les oiseaux et les poissons.* Note de **M. L. Malassez**, présentée par M. Claude Bernard.

« La numération des globules rouges du sang a été fort peu étudiée jusqu'à présent. Cela tient sans doute à ce que la seule méthode connue, celle de Vierordt, est longue, délicate et compliquée, et qu'elle devient tout à fait impraticable lorsqu'il est nécessaire d'obtenir un grand nombre d'observations (1).

» Il fallait donc trouver une méthode plus simple et plus rapide, partant plus précise. C'est ce que j'ai essayé de faire, suivant en cela l'exemple de M. le Dr Potain. J'ai exposé ma méthode à la Société de Biologie dans les premiers jours de novembre ; voici brièvement ce en quoi elle consiste :

» Avec un appareil très-simple, imaginé par M. Potain en 1867, on fait un mélange très-exact de sang et de liquide conservateur; une gouttelette obtenue par une légère piqûre d'épingle suffit. Le mélange est introduit dans un petit appareil que j'ai imaginé, et qu'on peut appeler *capillaire artificiel;* c'est un tube en verre à parois et à canal central aplatis, dont on a calculé le volume pour chaque unité de longueur. A l'aide d'un microscope dont l'oculaire est quadrillé, on compte les globules compris dans un certain nombre de carrés.

» Comme on sait 1° quelle longueur du tube recouvrent les carrés, 2° à quel volume correspond cette longueur, il est facile, par un rapide calcul,

(1) Rollet avoue, dans son article *Sang* du *Manuel d'Histologie de Stricker*, qu'il faut compter, pour chaque observation, de 2 à 3000 globules, ce qui prend 1 heure. (*Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere.*) (Leipzig, 1869, p. 77.)

de dire quel est le nombre de globules par millimètre cube, unité de volume habituellement employée dans ce genre de recherches (1).

» Pour pratiquer le mélange, compter les globules, faire le calcul, il ne faut pas plus de dix minutes; et si l'on opère selon les règles, les erreurs possibles sont en moyenne de 2 *à* 3 *pour* 100, erreurs insignifiantes par rapport aux différences qu'on est à même de constater suivant les circonstances physiologiques et pathologiques.

» Cette méthode peut servir à compter, non-seulement les globules rouges, mais encore les globules blancs, et, d'une façon générale, les éléments microscopiques en suspension dans un liquide quelconque. Je ne m'occuperai ici que des globules rouges et des différences qu'ils présentent dans leur nombre chez les mammifères, les oiseaux et les poissons.

» Chez les mammifères, le nombre varie entre 3500000 et 18 millions par millimètre cube.

» L'homme en possède en moyenne 4 millions.

» Les caméliens en ont un nombre plus considérable, de 10 millions à 10400000. Chez la chèvre, le chiffre peut s'élever jusqu'à 18 millions.

» Le marsouin en a 3600000, ce qui est de beaucoup supérieur à ce que l'on trouve chez les poissons.

» Les oiseaux ont, chose inattendue, un nombre assez inférieur à celui des mammifères. Le chiffre le plus élevé est de 4 millions, le plus bas de 1600000; la moyenne ordinaire est de 3 millions environ.

» Chez les poissons, le nombre diminue encore, et, à ce point de vue, il y a une différence considérable entre les poissons osseux et les poissons cartilagineux; on pourrait presque en faire un caractère distinctif; les osseux ont de 700000 à 2 millions, les cartilagineux de 140000 à 230000.

» Cette différence est surtout frappante quand on compare des poissons qui ont les mêmes habitudes : turbot et sole d'une part, raie et torpille de l'autre. La raie et la torpille en ont beaucoup moins, tandis que l'hippocampe, qui s'éloigne de l'aspect ordinaire des poissons, a, comme les poissons osseux, un chiffre élevé de globules.

» On voit donc que le nombre des globules par millimètre cube diminue à mesure qu'on descend dans la série animale (2).

(1) Cette méthode sera exposée dans tous ses détails dans les *Annales d'Histologie*, qui doivent paraître prochainement.

(2) Je n'ai pas eu l'occasion d'examiner le sang de Reptiles, et mes numérations sur les Batraciens ne sont pas assez variées pour que j'en puisse tirer quelque conclusion.

» Mais la richesse du sang ne s'évalue pas seulement en comptant le nombre de globules, il faut encore tenir compte de la surface, du volume et du poids de chaque globule, afin de savoir la surface, le volume et le poids de la masse globulaire par millimètre cube. Et encore ce ne serait pas tout, il faudrait pouvoir apprécier la quantité d'hémoglobine comprise dans chaque globule, et peut-être même la quantité de cette hémoglobine.

» Nous n'avons malheureusement pas de moyen exact pour résoudre ces questions importantes, et je me suis contenté de comparer le chiffre des globules avec leurs dimensions, ce qui peut se faire très-exactement.

» D'une façon générale, les globules sont d'autant plus volumineux que l'on descend dans la série animale; ils sont plus gros chez les poissons que chez les oiseaux, et plus gros chez les oiseaux que chez les mammifères. Or nous avons vu que le nombre suivait une progression inverse; on peut donc dire d'une façon générale que le nombre des globules est en raison inverse de leurs dimensions.

» Ce rapport n'est pas toujours constant : l'homme, par exemple, a moins de globules que le dromadaire et le lama, quoique les ayant plus petits; mais, dans la plupart des cas, il est vrai, surtout quand on compare des espèces peu éloignées. Exemples :

	Nombres.	Diamètres (1).
Chèvre	18000	3,5 μ
Renne	6700	4,5
Vache	4200	6
Cheval	6300	$\frac{1}{181}$ de millimètre (2).
Ane	5400	$\frac{1}{553}$

	Nombres.	Longueur.	Largeur.
Lama	10400	9 μ	4,5 μ
Dromadaire	10000	10,5	4,5
Poulet	3100	13,5	6,5
Dindon	2700	15	6,5
Spatule	3400	15	7
Autruche	1600	18	9
Canard	2800	$\frac{1}{78}$	$\frac{1}{150}$ (3)
Cygne	2300	$\frac{1}{71}$	$\frac{3}{145}$
Sole	2000	12	9
Anguille	1100	15	12
Hippocampe	700	15	15
Raie	230	25	14
Torpille	140	27	20

(1) μ signifie le micra ou millième de millimètre.

(2-3) Ces fractions sont extraites du *Traité de Physiologie* de M. Milne Edwards.

» La conséquence de ce rapport inverse entre le nombre des globules et leurs diamètres, c'est que la diminution dans le nombre est compensée par l'augmentation dans le volume; mais cette compensation n'est pas toujours exacte : c'est ainsi que les oiseaux gagnent plus par l'augmentation de volume qu'ils ne perdent par la diminution de nombre, comme le prouve la comparaison entre mes recherches et celles des auteurs qui ont évalué la richesse du sang en poids des globules (1). Ils ont, en effet, trouvé que les oiseaux avaient un poids de globules plus considérable que les mammifères.

» En résumé donc :

» 1° Le nombre des globules est plus considérable chez les mammifères que chez les oiseaux, et chez ceux-ci que chez les poissons;

» 2° Le nombre est presque toujours en raison inverse du volume des globules;

» Le rapport entre le nombre et le volume n'est pas proportionnel : les oiseaux gagnent plus par l'augmentation de volume de leurs globules, qu'ils ne perdent par la diminution dans leur nombre.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Coste, à Concarneaux, et au Jardin d'Acclimatation de Paris, avec le concours de MM. Ranvier et Saint-Yves Ménard. »

MÉDECINE. — *Recherches expérimentales sur le traitement de l'asphyxie;* Note de **M. G. Le Bon**, présentée par M. Larrey.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les conclusions d'un travail sur l'asphyxie, qui sera developpé dans un Mémoire que je lui soumettrai prochainement.

» Les expériences consignées dans ce travail ont pour but : 1° d'étudier la valeur des divers moyens thérapeutiques en usage contre les diverses formes d'asphyxie, notamment l'asphyxie par submersion; 2° de rechercher s'il n'y aurait pas contre l'asphyxie des moyens plus puissants que ceux en usage jusqu'ici; 3° de déterminer s'il n'existerait pas des causes physiologiques rendant impossible le retour des asphyxiés à la vie après un certain temps.

» Le résultat de mes recherches peut se résumer de la façon suivante :

(1) Prévost et Dumas, Denis, Andral, Gavarret et Delafond, Poggiale en France; Berthold, Hering, Nasse, Fr. Simon en Allemagne; John Davy en Angleterre.

» Le moyen le plus en vogue aujourd'hui contre l'asphyxie, celui que pratiquent les personnes qui suivent les instructions et emploient les instruments des boîtes de secours est l'*insufflation pulmonaire*. L'expérience démontre que ce procédé doit être rejeté complétement. Si, en effet, on se borne à placer le tube de l'insufflateur dans la bouche, l'air va dans l'estomac et non dans le poumon, et l'insufflation est inutile. Si l'on parvient à introduire le tube de l'insufflateur dans le larynx, ce qui est difficile, l'insufflation, à moins qu'elle ne soit pratiquée par une main très-exercée, sachant proportionner la quantité d'air à injecter à l'état de la circulation, n'est plus seulement inutile, elle devient nuisible. L'introduction d'une grande quantité d'air dans le poumon a pour résultat, non de produire des déchirures pulmonaires, comme on le dit quelquefois, mais simplement de dilater considérablement les vésicules de cet organe, et par suite de comprimer les capillaires pulmonaires et de contribuer ainsi à augmenter la gêne de la circulation, toujours entravée dans l'asphyxie. Du reste, la respiration artificielle permettant, sans aucun appareil, d'introduire dans le poumon un volume d'air suffisant, il ne peut jamais y avoir utilité à recourir à l'insufflation.

» La respiration artificielle, pratiquée par la méthode de Sylvester, qui consiste simplement, comme on le sait, à se placer derrière l'asphyxié et à élever ses bras de façon à les amener derrière la tête, ce qui élève les côtes et dilate le thorax, puis à les ramener le long du corps, ce qui abaisse les côtes, permet d'introduire dans le poumon un volume d'air plus que suffisant pour les besoins de l'asphyxié, ainsi qu'on peut s'en convaincre par des expériences cadavériques. Introduire beaucoup d'air dans les poumons, alors que la circulation est gênée, est, pour la raison indiquée plus haut, toujours nuisible; une très-minime quantité d'air est suffisante, attendu que, par suite du ralentissement de la circulation, la masse de sang qui arrive au contact de la surface pulmonaire est fort réduite et n'a besoin que de très-peu d'air pour être suffisamment oxygénée.

» La compression du sternum, conseillée par la plupart des auteurs comme complément de la méthode de respiration précédente, dans le but d'augmenter la quantité d'air à introduire dans le poumon, est essentiellement dangereuse. L'expérience prouve en effet que, lorsque les mouvements du cœur sont ralentis, la moindre pression sur lui arrête immédiatement ses battements. Pour cette raison, les diverses méthodes de respiration artificielle, dans lesquelles on comprime la poitrine de l'asphyxié avec les mains, un bandage ou des poids, doivent être rigoureusement proscrites

comme ne pouvant avoir d'autre résultat que d'achever rapidement les asphyxiés sur lesquels on les emploie.

» De quelque façon qu'on introduise de l'air dans les poumons d'un asphyxié, par insufflation pulmonaire ou par respiration artificielle, que cette dernière soit pratiquée comme nous l'avons vu plus haut ou par faradisation des nerfs phréniques, l'expérience prouve que l'introduction de l'air est complétement inutile quand la circulation est arrêtée, ce qui, dans l'asphyxie par submersion, arrive au bout de quatre ou cinq minutes environ. On comprend facilement en effet que, quand il y a stagnation du sang dans les poumons, l'introduction de l'oxygène y soit tout à fait sans objet, puisque les globules immobilisés ne peuvent plus aller porter aux éléments des organes l'oxygène qu'ils ont absorbé.

» Si, sur un lapin récemment asphyxié par submersion, et dont le cœur ne bat plus, on enlève avec précaution une portion de sternum et des côtes, suffisante pour qu'on puisse apercevoir facilement les mouvements du cœur, qu'on introduise ensuite une aiguille dans cet organe et qu'on mette son extrémité en rapport *permanent* avec un des pôles d'une pile de Daniell de plusieurs éléments, ou d'une petite bobine d'induction, l'autre pôle étant dans le rectum, on voit, pendant toute la durée du passage du courant, les battements de cœur s'arrêter ou se ralentir.

» Si l'on répète la même expérience sur un lapin préparé comme nous venons de le dire, et dont le cœur bat faiblement, ou même ne bat plus depuis quelque temps, mais qu'au lieu de laisser l'aiguille en rapport *permanent* avec le pôle de la bobine ou de la pile on la touche seulement une fois toutes les secondes, *soit avec le réophore de la pile, soit avec celui de la bobine*, on voit immédiatement les battements de cœur se réveiller s'ils sont éteints, ou s'accélérer s'ils étaient seulement ralentis.

» Si, sur un lapin récemment asphyxié et dont les mouvements respiratoires sont presque éteints ou suspendus, on enfonce une aiguille dans le diaphragme et qu'on la mette en rapport *permanent* avec un des pôles d'une pile de Daniell, de quarante éléments ou d'une bobine, l'autre pôle étant toujours dans le rectum, on ne produit aucun mouvement respiratoire si ces derniers sont complétement suspendus, ou on les arrête entièrement s'ils continuaient encore; mais si l'on touche d'une façon *intermittente* l'aiguille, soit avec le réophore de la pile, soit avec celui de la bobine, on produit un mouvement respiratoire à chaque contact. En la touchant 20 à 30 fois par minute, on produira 20 à 30 mouvements respiratoires dans cet intervalle.

» Les courants d'induction et les courants continus produisent donc exactement les mêmes effets sur le cœur et sur le diaphragme, dont ils peuvent à volonté arrêter ou réveiller les mouvements suivant la façon dont on les emploie. Les expériences précédentes indiquent nettement les causes de la divergence des résultats obtenus par divers physiologistes dans ces dernières années.

» Le conseil donné par les prescriptions du Conseil de salubrité, de ne pas chauffer au delà de 17 degrés le local où l'on soigne les noyés, de même que la recommandation faite par M. P. Bert, dans son récent ouvrage sur la respiration, d'éviter soigneusement de réchauffer les asphyxiés, sont complétement contraires aux enseignements de l'expérience. Un lapin âgé de dix jours, resté huit à dix minutes sous l'eau, ce qui est suffisant pour arrêter les mouvements du cœur, et que la respiration artificielle et l'électricité sont presque toujours impuissantes à ranimer, se ranime, après l'essai inutile de ces moyens, si on le plonge jusqu'au cou dans un bain dont la température est élevée graduellement de 37 à 48 degrés. Si ce qui est vrai pour le lapin l'est aussi pour l'homme, la chaleur, employée comme il vient d'être dit, sera sans doute le plus puissant des moyens à mettre en usage dans la mort apparente des nouveau-nés.

» En répétant la même expérience sur un lapin adulte, c'est-à-dire en le soumettant, après un séjour de huit à dix minutes sous l'eau, à un bain élevé graduellement de 37 à 48 degrés, on n'obtient d'autre résultat que d'amener rapidement chez lui la rigidité cadavérique; mais si, au lieu de plonger l'animal adulte asphyxié dans un bain à la température précédente, on le maintient dans un bain exactement à la température de son corps, soit 37 degrés environ, on reconnaît que les divers moyens usités contre l'asphyxie, respiration artificielle, électricité, etc., sont beaucoup plus efficaces que lorsqu'on les pratique à la température ordinaire, ce qui était du reste physiologiquement facile à prévoir.

» Par les divers moyens en usage contre l'asphyxie, on pourra ramener à la vie un animal qui aura séjourné de dix minutes à un quart d'heure dans de l'acide carbonique, mais jamais, quels que soient les moyens employés, on ne ramènera à la vie un lapin qui aura séjourné quatre à cinq minutes sous l'eau. Les courants continus les plus puissants peuvent rétablir artificiellement les mouvements du cœur et ceux du diaphragme, mais ils sont impuissants à rappeler la vie. Il faut donc renoncer aux espérances fondées sur leur emploi et qui attendaient toujours, du reste, la confirmation de l'expérience; car, à l'exception de l'énoncé en quelques lignes des

observations faites par Aldini en 1806, sur des animaux noyés, on ne trouve aucune indication à ce sujet dans les travaux modernes.

» Si l'on recherche les causes physiologiques de l'impossibilité de ramener à la vie les animaux asphyxiés par submersion, après un délai très-court, on reconnaît, contrairement à l'opinion de la plupart des auteurs dont les observations ont sans doute été faites sur des animaux ouverts longtemps après la mort, que le cœur d'un animal adulte qui a séjourné quatre à cinq minutes sous l'eau sans respirer *contient toujours des caillots noirs volumineux*. Réveiller les mouvements du cœur qui ne bat plus est, comme nous l'avons vu, facile, mais forcer les caillots énormes que le cœur contient, et qui font l'office de bouchons, à franchir les capillaires, est évidemment tout à fait impossible. Tant qu'on n'aura pas résolu le difficile problème de dissoudre ces caillots, on ne réussira jamais à ramener à la vie un individu qui aura séjourné quatre à cinq minutes au plus sous l'eau. Les faits fort rares de sujets ramenés à la vie après un séjour prolongé sous ce liquide ne peuvent s'expliquer qu'en admettant que l'individu plongé dans le liquide a éprouvé, par frayeur ou par toute autre cause, une brusque syncope, et par suite que les mouvements du cœur et de la respiration se sont suspendus, ce qui l'a empêché de faire des efforts pour respirer, et l'a soustrait, par conséquent, aux effets de la submersion. »

ZOOLOGIE. — *Sur la valeur de certains caractères employés dans la classification des Poissons;* Note de **M. L. Vaillant**, présentée par M. Em. Blanchard.

« Plusieurs zoologistes, à l'exemple de M. Agassiz, ont cru devoir attribuer à la conformation des écailles une importance suffisante pour caractériser des groupes d'ordre supérieur; les découvertes anatomiques, en justifiant d'une manière si remarquable l'établissement de l'ordre des Ganoïdes, Agass., fondé respectivement sur ce caractère extérieur, ont semblé donner un grand poids à cette manière de voir. Cependant les ordres formés par le même auteur, les Cycloïdes et les Cténoïdes, méritent-ils d'être admis au même titre? C'est ce qui a été contesté, et l'examen des écailles chez les *Percina* justifie la contestation; les écailles présentent dans cette section des Percoïdes de très-grandes variations.

Dans une même espèce, il est parfois possible d'observer des modifications très-profondes, suivant le point du corps que l'on examine comme suivant les individus. Ainsi, chez les Aprons, quoique les écailles,

sur la presque totalité du corps, soient fortement pectinées et donnent même à l'animal cette âpreté au toucher dont, suivant Rondelet, ce poisson a tiré son nom, si l'on observe celles-ci sur une rangée transversale depuis le dos jusqu'à la ligne ventrale, on voit que, d'abord quadrilatères et pourvues de plusieurs rangées d'épines occupant tout le bord postérieur sur un assez large espace, elles s'allongent, tendent vers une forme ovale, qu'elles prennent absolument sur le ventre, tandis qu'en même temps l'aire occupée par les épines diminue au point de ne présenter que cinq ou six pointes rapprochées du bord ; chez certains individus, celles-ci disparaissent même absolument, et des stries concentriques parallèles au bord occupent toute la partie postérieure de l'écaille, c'est-à-dire qu'on retrouve absolument le type cycloïde.

» Toutefois, dans ce cas, on peut objecter, non sans raison, que cette singularité des écailles ventrales n'a qu'une valeur secondaire, celles qui recouvrent les autres parties du corps de l'Apron conservant toujours les caractères spéciaux de la famille des Percoïdes dans laquelle il est rangé. Il n'en est pas de même des types suivants. Chez l'*Enoplosus armatus* de la Nouvelle-Hollande, toutes les écailles, aussi bien celles de la ligne latérale que celles des flancs, ne présentent pas de bord pectiné et sont couvertes de sillons parallèles. Le fait a été vu par M. Agassiz lui-même, car il dit d'une manière très-précise, en donnant les caractères généraux des écailles dans la famille des Percoïdes (*Recherches sur les Poissons fossiles*, t. I, p. 85), que ce genre Enoplose doit prendre place parmi les Cycloïdes; cependant, dans la partie méthodique de son ouvrage (t. IV, p. 61), cet auteur met ce genre à côté des Perches proprement dites, en insistant sur l'heureux rapprochement fait à cette occasion par Cuvier, soit qu'il ait modifié sa première opinion sur la forme cycloïde de ces écailles, soit, ce qui est plus probable, qu'il ait cru devoir négliger le caractère artificiel tiré de ces appendices tégumentaires en face des autres particularités organiques. L'*Enoplosus armatus* étant, jusqu'à un certain point, anormal parmi les *Percina*, cet exemple pourrait peut-être encore laisser subsister quelques doutes; mais les *Siniperca* en fournissent un autre qui me paraît absolument irrécusable. Ces poissons sont des Perches par tout l'ensemble de leur organisation : la distribution des dents, la conformation et la disposition des nageoires ne permettent pas de les éloigner de ce genre, près duquel tous les zoologistes l'ont placé, et cependant le caractère des écailles est absolument contraire à ce rapprochement. Dans les échantillons assez nombreux que j'ai eu l'occasion d'examiner, et sur les deux espèces qui com-

posent actuellement ce genre, j'ai toujours trouvé des écailles fort allongées, la longueur étant près du double de la hauteur, à bord postérieur arrondi, orné simplement de sillons concentriques, en un mot parfaitement cycloïdes. Comme on le voit, même dans une famille des plus naturelles, et qui passe avec raison pour l'un des types les plus nets parmi les Cténoïdes, une étude attentive conduit à n'attribuer au caractère tiré de la conformation des écailles qu'une importance très-secondaire.

» En considérant ces parties sous un autre point de vue, j'ai été amené à des résultats qui m'ont paru singuliers par leur rapport avec la distribution et les équivalences géographiques de ces animaux; ces observations portent sur les nombres des écailles des lignes latérale et transversale habituellement employés en Zoologie descriptive. Les formules dont je me suis servi sont obtenues en calculant d'abord la moyenne des chiffres pris sur le plus grand nombre d'individus que j'aie pu observer dans une même espèce, ce qui donne des nombres aussi exacts que possible pour celle-ci: les différences sont d'ailleurs toujours minimes; puis je me sers de ces chiffres pour trouver une moyenne dans chaque genre. Pour le genre *Perca*, on obtient 9, 61, 18, le chiffre maximum, pour la ligne latérale, étant 65; pour le genre *Labrax*, 9, 59, 11, les chiffres minimum et maximum sont 50 et 70; pour le genre *Siniperca*, 25, 125, 82, le chiffre minimum est 120; enfin, pour le genre *Percalabrax*, 13, 89, 26, les chiffres minimum et maximum sont 82 et 92. On est conduit par l'examen de ces formules à cette conclusion, que les deux premiers genres, dont l'équivalence géographique avec les seconds est, je crois, évidente, offrent aussi des rapprochements par les formules des écailles; les nombres surtout, pour la ligne latérale, où la différence est plus saillante, étant moindres chez les premiers, les espèces des eaux douces auraient toujours de plus des nombres supérieurs à ceux des espèces marines correspondantes. En examinant, sous ce rapport, les espèces équivalentes des *Perca* et des *Labrax* de l'un et l'autre continents, on retrouve des faits de même ordre, quoique l'écart soit naturellement moins considérable; ainsi la formule, chez la *Perca fluviatilis*, étant 10, 65, 20, c'est-à-dire supérieure à la formule moyenne, tandis que celle des deux espèces américaines, *Perca flavescens* et *Perca acuta*, serait 9, 59, 17, c'est-à-dire inférieure, les formules pour les *Labrax* correspondants sont dans le même ordre, les trois espèces européennes donnant la formule 9, 63, 11, tandis que les *Labrax lineatus* et *Labrax americanus* ne donnent que 9, 55, 11. Il ne faudrait pas sans doute exagérer l'importance de ces rapprochements, qui portent encore sur un petit nombre

de faits; mais il n'est pas sans intérêt d'appeler sur ce point l'attention des zoologistes.

» J'ajouterai que ces caractères coïncident avec d'autres particularités organiques qui justifient encore ces équivalences; ainsi, d'un côté, chez les *Perca* et les *Labrax*, la bouche est peu relevée, le chanfrein s'inclinant en une courbe assez régulière; la bouche est peu oblique en arrière et le corps proportionnellement renflé; les *Siniperca* et les *Percalabrax*, d'un autre côté, avec leur ouverture buccale souvent très-élevée, leur bouche plus ou moins inclinée et leur corps aplati, offrent au premier coup d'œil de grandes ressemblances l'un avec l'autre, et se différencient, au contraire, des genres européens et américains.

» En comparant entre eux les genres *Perca* et *Labrax*, si voisins l'un de l'autre qu'on pourrait être tenté, comme l'a proposé M. van der Hoeven, de revenir à l'idée ancienne en les réunissant en un seul, on remarque que les espèces du premier genre, espèces d'eau douce, sont peu nombreuses, variables, il est vrai, dans des limites assez étendues, comme le prouve, par exemple, l'examen de la Perche des Vosges (Blanchard), comparée à la *Perca fluviatilis* type, ou encore les trois espèces que Cuvier et Valenciennes avaient cru pouvoir établir sur des variétés de la *Perca flavescens;* mais, toutefois, la Perche d'Europe et celle d'Amérique sont très-semblables dans tous leurs caractères anatomiques essentiels; aussi quelques zoologistes ont cru pouvoir les réunir en une seule espèce; par contre, les *Labrax*, animaux surtout marins, offrent des différences beaucoup plus fixes, empruntées souvent à des dispositions organiques très-apparentes, comme l'arrangement d'un certain ordre de dents. Ainsi nos trois espèces méditerranéo-européennes présentent, dans la forme de la plaque dentaire vomérienne, un caractère différentiel très-nettement appréciable et qui se retrouve avec facilité sur des individus de toutes tailles; les espèces américaines offrent, dans les dents linguales, des combinaisons non moins variées, et certains auteurs ont cru y trouver des différences suffisantes pour établir à peu près autant de genres qu'il existe d'espèces. Il ne me paraît nullement justifié que les dents, en effet, toujours de même nature, soient en trois séries, en deux ou en une; si elles se trouvent dépendre, comme cela est le cas, du même organe, la langue, ce sont des adaptations fonctionnelles excellentes à constater au point de vue de la spécification, mais qui ne peuvent être considérées comme de valeur générique.

» Je puis, à ce propos, faire encore remarquer que le parallèle entre les *Perca* et les *Labrax* d'une part, les *Siniperca* et les *Percalabrax* d'un autre

côté, se poursuit également quant à la disposition des dents. Si les premiers se distinguent des seconds par l'absence de ces organes sur la portion terminale de l'appareil hyoïdien, les derniers présentent, sur les osselets intermédiaires qui supportent les arcs branchiaux, des plaques dentaires qui manquent chez les *Siniperca*, et peuvent, au point de vue physiologique, être rapprochées des dents linguales des *Labrax*. Ces observations montrent, en résumé, que, chez les Percoïdes, le type cténoïde ne peut être regardé comme d'une valeur absolue.

ZOOLOGIE. — *Sur la forme larvaire des Dragonneaux;* Note de **M. A. Villot**, présentée par M. Ém. Blanchard.

« J'ai fait connaître, dans une précédente Note (1), l'embryon et ses conditions d'existence; il me reste aujourd'hui, pour compléter cet exposé sommaire de mes observations sur les métamorphoses des Dragonneaux, à décrire la larve et son mode de développement.

» Ce n'est point dans le corps des Insectes, ainsi qu'on l'a cru jusqu'ici (2), mais bien chez certains Poissons, et notamment chez le *Cobitis barbatula* et le *Phoxinus lævis*, qui pullulent dans tous nos ruisseaux, que vivent et se développent, *à l'état normal*, les larves des *Gordius*. Les Poissons, en général, sont très-friands de larves d'Insectes; mais tout le monde sait qu'ils recherchent avec une prédilection marquée les larves de Chironomites. Or c'est précisément dans ces larves que les embryons de Dragonneaux s'enkystent tout d'abord, ainsi que je l'ai montré. En les avalant, le Poisson avale en même temps les kystes qu'elles contiennent; larves et kystes arrivent donc dans son intestin : les larves sont digérées, les kystes se dissolvent, et les embryons qui y étaient renfermés sont mis en liberté. Ceux-ci s'installent aussitôt dans leur nouvel hôte; à l'aide de leur armure céphalique, ils pénètrent dans les membranes de l'intestin et s'y enkystent. Pour se convaincre de la réalité du fait, il suffit, en automne, d'ouvrir, de nettoyer et d'examiner au microscope, après l'avoir étalé sur une plaque de verre, l'intestin d'un individu appartenant à l'une des espèces que j'ai citées : on le trouvera parsemé de nombreux kystes con-

(1) *Sur la forme embryonnaire des Dragonneaux* (*Comptes rendus*, séance du 5 août, p. 363).

(2) De Siebold : *Mémoire sur les Vers rubanés et vésiculaires de l'homme et des animaux, et sur la reproduction des Helminthes en général* (*Ann. des Sc. nat. zool.*, 4e série, t. IV, p. 57; 1855).

tenant des embryons de Dragonneaux bien reconnaissables et des larves de ces mêmes vers à des degrés divers de développement. Jamais il ne m'est arrivé de n'en point trouver; quelquefois ils se touchent presque tous, tant ils se trouvent en abondance (1).

» L'embryon qui vient de s'enkyster est immobile et repose dans son kyste absolument comme dans l'œuf. La tête est entièrement retirée dans la cavité du corps; les stylets (2) de la trompe et les piquants des deux premiers rangs, réunis en faisceaux, en occupent le centre; les piquants du troisième rang, également réunis en faisceau, font saillie hors du corps, et il est facile de reconnaître à la longueur de ces derniers, ainsi qu'aux dimensions du corps et de la queue, à quelle espèce (3) appartient l'embryon. La queue est repliée sur le corps, ce qui donne à l'ensemble du ver la forme d'un fer à cheval. Le kyste ne ressemble nullement à celui qui abrite d'abord l'embryon dans le corps des larves de Chironomites; il est sphérique ou ovoïde, et formé d'une membrane peu épaisse, parfaitement transparente.

» La transformation de l'embryon en larve s'effectue de la manière suivante. La queue de l'embryon, dont la longueur primitive égalait à peine celle du corps, s'allonge de plus en plus, en s'atténuant à l'extrémité et en s'enroulant sur elle-même; le corps se développe aussi, l'étranglement qui le séparait de la queue s'efface, et ses plis transversaux se dédoublent. En même temps, le kyste augmente de volume, en formant autour de la larve une série de plis et de bourrelets concentriques. Le jeune Dragonneau a pris dès lors de nouveaux caractères et singulièrement compliqué ses affi-

---

(1) On trouve ordinairement, associés aux kystes de Dragonneaux, d'autres kystes contenant un petit Nématoïde enroulé en spirale plane et encore dépourvu d'organes génitaux. Son extrémité antérieure est nettement tronquée, son extrémité postérieure très-atténuée, obtuse et recourbée. Sa bouche est armée d'un seul stylet, très-long, invaginé et protractile. Ce doit être la larve du *Dorylaimus stagnalis* (Duj.).

(2) La description que j'ai donnée de l'armature céphalique, d'après des embryons imparfaitement développés et dont les parties n'étaient pas encore bien distinctes, renferme quelques inexactitudes. Il n'y a que trois stylets dans la trompe, et non quatre, comme je l'ai dit. D'autre part, les piquants des deux premiers rangs ne sont pas semblables, ainsi que je l'ai à tort indiqué; ceux du premier rang sont, à peu de chose près, semblables à ceux du troisième, et il n'y a que ceux du second qui soient en forme de V ou de fer de lance.

(3) Le *D. de Claix* et le *D. de Risset* de M. Charvet ne diffèrent pas du *G. aquaticus* et du *G. tolosanus* de Dujardin; mais ils représentent positivement deux espèces bien caractérisées.

nités. Sa queue, terminée en pointe aiguë, et son enroulement spiral le rapprochent déjà du type Nématoïde, tandis que par sa tête, dont l'armature n'a subi aucune modification, il ressemble encore aux Acanthocéphales.

» Que deviennent, en présence de ces faits que chacun peut vérifier, les assertions des naturalistes qui ont vu de véritables Gordius sortir de l'abdomen de divers Insectes terrestres (Carabes, Blaps, Forficules, Sauterelles, Grillons, etc.)? Elles nous montrent, s'il n'y a pas eu quelque erreur de détermination, que les embryons de Dragonneaux s'enkystent au besoin dans des Insectes très-différents, et se développent dans leurs tissus comme dans l'intestin des Poissons; mais il est bien évident que ceux qui se développent ainsi ne sont que des individus fourvoyés et, dans la plupart des cas, nécessairement perdus pour la reproduction; car, s'il faut admettre un concours de circonstances tout à fait fortuites pour s'imaginer comment des embryons de Dragonneaux, qui naissent nécessairement dans l'eau, peuvent arriver dans le corps d'un Carabe ou d'une Sauterelle, il n'est qu'un hasard vraiment providentiel qui puisse expliquer comment ces mêmes vers retournent dans l'eau, en sortant d'un Insecte qui vit nécessairement sur le sol. Ceci nous prouve une fois de plus que les conditions d'existence et de développement des vers parasites ne sont pas aussi simples que se l'imaginent certains naturalistes; que chaque espèce peut non-seulement vivre dans des animaux très-différents, mais encore s'y développer; que, par conséquent, il ne suffit pas d'avoir souvent rencontré le même Helminthe en voie de développement dans le même animal pour en conclure que tel est bien son mode normal de développement, mais qu'il faut encore être sûr qu'il s'y développe utilement pour la reproduction. En négligeant cette précaution, on s'expose à prendre l'exception pour la règle.

» En résumé, il résulte de l'ensemble de mes observations qu'on a eu tort d'assimiler, par analogie, le développement des Gordius à celui des Mermis. Les Mermis ne subissent, dans le cours de leur développement, que des métamorphoses incomplètes; ils sortent de l'œuf ayant déjà presque tous les caractères des adultes, et se bornent, dans leurs migrations, à passer de la terre humide dans le corps des Insectes, et du corps des Insectes dans la terre humide. Les Gordius, au contraire, sont soumis à des métamorphoses complètes et à des migrations autrement compliquées; car ils revêtent successivement trois formes distinctes, s'enkystent deux fois et changent trois fois d'habitat. A l'*état embryonnaire*, ils vivent d'abord dans l'eau, puis dans le corps de diverses larves aquatiques de Diptères;

à l'*état larvaire*, ils habitent l'intestin des Poissons; enfin, à l'*état parfait*, ils cessent d'être parasites et deviennent des vers fluviatiles.

» La détermination précise des formes embryonnaire et larvaire va naturellement faciliter l'étude de ces vers, qu'on avait tant de peine à se procurer sous la forme parfaite; et il est probable qu'en les cherchant à l'état de parasites, soit dans les Invertébrés, soit dans les Vertébrés, on acquerra la preuve qu'ils sont beaucoup moins rares et beaucoup plus répandus qu'ils ne l'ont paru jusqu'ici. Je me réserve d'ailleurs de publier prochainement un Mémoire accompagné de nombreuses figures, où j'exposerai, avec tous les détails nécessaires, l'ovogénie, l'embryogénie et la morphogénie de ces curieux Helminthes, dont le développement, avant mes recherches, était encore une énigme. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau silico-aluminate de manganèse vanadifère, trouvé à Salm-Château, en Belgique;* Note de **M. F. Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Ce minéral a été trouvé à Salm-Château, près Ottrez, en Belgique. Il se présente sous forme de petites masses cristallines tabulaires, engagées dans du quartz. Les cristaux sont fortement cannelés, allongés et sans terminaison. Ils présentent un plan de séparation très-facile, dans le sens de l'aplatissement. Clivage assez net dans une direction presque perpendiculaire à la surface cannelée et parallèle à la direction des stries. Je n'ai pu mesurer avec une approximation suffisante l'angle de ces deux faces, à cause des stries nombreuses de l'une d'elles. Cassure inégale. Translucide en lames minces. Double réfraction assez énergique. Deux axes optiques situés dans un plan perpendiculaire au clivage et presque parallèle à la surface cannelée. Bissectrice aiguë positive, normale à la face de clivage. Dispersion des axes très-forte; $\rho > v$ Les hyperboles, assez vagues, sont bordées par du rouge à l'intérieur et par du vert à l'extérieur. Dispersion *croisée* très-marquée, surtout lorsque le plan des axes est parallèle ou perpendiculaire au plan de polarisation.

» J'ai obtenu pour l'écartement apparent des axes dans l'air :

2 E = 71°22′ rayons rouges.
60°10′ rayons jaunes.
54°25′ rayons verts.

» Comme on le voit, ce minéral possède une dispersion des plus fortes, l'écart entre les couleurs rouge et verte étant de 17 degrés. En présence

des résultats fournis par les propriétés optiques de ce nouveau minéral, on peut conclure que sa forme appartient probablement à un prisme rhomboïdal oblique. La face cannelée correspondrait à h^1 ou p et la face de clivage à g^1. Je pense pourtant que l'aplatissement des cristaux a lieu suivant h^1, car on peut considérer les cannelures comme un commencement de formation d'un prisme, dont je n'ai pas encore trouvé des faces mesurables, sur le peu de morceaux que j'ai eus jusqu'à présent à ma disposition.

» Ce minéral a un éclat vitreux, passant au résineux; légèrement nacré sur la face de clivage, résineux dans la cassure. Couleur jaune, jaune brunâtre. Très-fragile. Dureté = 7 environ. Densité = 3,577.

» Au chalumeau il fond très-facilement, avec bouillonnement, en un émail noir. Avec le borax, forte réaction de manganèse. Donne des traces d'eau dans le matras. Au spectroscope on voit le manganèse et la chaux. Inattaquable par les acides. Chauffé avec de l'acide phosphorique, il donne une liqueur presque incolore, devenant violette par l'addition de l'acide azotique.

» L'analyse de ce minéral m'a donné les nombres suivants :

		Oxygène.		Rapport.
Silice	28,70	15,29		5
Alumine	28,36	13,21	14,08	5
Oxyde ferrique	2,94	0,87		
Oxyde manganeux	26,40	5,95		
Chaux	4,30	1,22	8,90	3
Magnésie	4,32	1,73		
Oxyde de cuivre	1,30			
Acide vanadique	1,80			
Perte au feu	0,98			
	99,10			

» Cette composition est voisine de celle de la Masonite, en supposant dans celle-ci le fer remplacé par le manganèse; seulement, la Masonite contient 5 pour 100 d'eau et possède des propriétés optiques toutes différentes. On peut donc regarder ce minéral comme une nouvelle espèce de silico-aluminate, pouvant se ranger à la suite de la Masonite, et je propose de lui donner le nom de *Dewalquite*, en l'honneur de l'éminent géologue belge, M. Dewalque. La présence du vanadium dans ce silicate est assez curieuse, d'autant plus que très-peu de combinaisons de ce genre contiennent ce métal. Cependant on ne peut savoir au juste le rôle que joue le vanadium dans ce composé, car la présence du cuivre pourrait bien faire

supposer un mélange de vanadate de cuivre. Quant au dosage du vanadium, je ne le regarde que comme approximatif, à cause de la grande difficulté de séparation de ce métal et du peu de matière sur laquelle j'ai opéré.

» Pendant que je finissais de m'occuper de l'étude de ce minéral, j'ai appris qu'un chimiste allemand, M. le Dr Lasaulx avait fait en même temps que moi l'analyse de cette substance nouvelle et lui avait donné le nom de *Mangandisthen*, le considérant comme un disthène, dans lequel une partie de l'alumine serait remplacée par du sesquioxyde de manganèse. Cette supposition est toute gratuite, car le minéral ne contient que du protoxyde de manganèse, puisque, chauffé avec de l'acide phosphorique, il ne donne pas de masse violette. En outre, ses caractères cristallographiques et surtout optiques sont tout à fait différents de ceux du disthène; de sorte que le nom de *Mangandisthen* doit être supprimé. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains jurassiques supérieurs du département de l'Hérault;* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Il est généralement admis que dans le département de l'Hérault il n'existe pas d'étage jurassique supérieur au corallien; MM. Coquand et Boutin avaient cependant (1) émis une opinion contraire et regardé comme kimméridgiens les calcaires blancs lithographiques de la montagne de Thaurac, près de Ganges, où ils avaient reconnu l'*Ammonites Largilliertianus* de cet étage.

» Tel était l'état de nos connaissances sur ce sujet lorsque, sur cette même montagne de Thaurac, puis à Sainte-Croix-de-Quintillargues et dans le massif montagneux qui sépare Ganges de Sumène, au lieu dit *Camp de bataille* (2), nous trouvâmes une série de fossiles appartenant, selon M. Bayan, de l'École des Mines, à la zone à *Ammonites tenuilobatus* de Baden (Suisse). Ces fossiles sont: *A. subfascicularis* d'Orb., *A. Lothari* Opp., *A. compsus*? *A. Staszycii* Zeusch, plusieurs *Ammonites* non encore déterminées, *Placunopsis*, *Terebratula*, *Lima*, *Rynchonella*, *Belemnites* voisines de la *Coquandianus*, *Aptychus* de grande taille, etc. A ce premier fait s'en joignit bientôt un second, celui de l'existence de la zone à *Terebratula diphya*, *Ammonites carachteis* Zitt., *A. colubrinus* Reinecke, *A. contiguus* Catull., *A.*

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, t. XXXVI, 2e série, p. 854.

(2) C'est à l'obligeance de M. Michel, employé du chemin de fer à Ganges, que nous devons les fossiles de cette localité.

Staszycii Zeuschn., *Aptychus imbricatus*? H. de Meyer, *Rynchonelles*, *Térébratules*, etc., au-dessus des couches à faune de l'horizon à *A. tenuilobatus*, à Sainte-Croix-de-Quintillargues (Hérault).

» La limite supérieure de cet horizon était donc indiquée nettement et au-dessus des calcaires à *diphya* se développaient en ce point les calcaires marno-schisteux à faune néocomienne inférieure (1).

» Il restait à en tracer la limite inférieure; nous pensons l'avoir trouvée dans une coupe prise aux environs de Ganges. En effet, si l'on suit, de l'ouest à l'est, le terrain corallien de Cazilhac (2), en partant du fond du vallon qui s'ouvre derrière ce village, on le voit peu à peu disparaître sous un puissant massif de calcaire compact plus ou moins dolomitique et cristallin, contenant de rares fossiles indéterminables, polypiers, baguettes de cidaris, térébratules. Ce nouvel horizon se développe sur une sorte d'arête rocheuse peu élevée et fort étroite, qui forme le flanc droit du vallon de Cazilhac, et se trouve bientôt surmonté, au sud-est du village de Cazilhac-le-Bas, d'une série puissante de couches de calcaires lithographiques gris blanchâtre, qui forment le massif abrupt de la rive des gorges de l'Hérault entre Saint-Bauzille-de-Putois et Ganges.

» La rive opposée de la gorge de l'Hérault est formée des mêmes roches, caractérisées par les mêmes fossiles, et c'est surtout de ce côté, sur le versant nord de la montagne de Thaurac, au-dessus du village de la Roque, que nous avons trouvé en abondance les fossiles de la zone à *A. tenuilobatus*.

» Il paraît donc se trouver intercalé entre le corallien proprement dit et les couches à *diphya* surmontées du néocomien inférieur, et sa faune nouvelle pour le midi indique son indépendance de toute autre formation.

« Son extension est considérable, surtout à l'est et au nord de Ganges, car il constitue à lui seul les deux flancs de la vallée où se trouve cette ville. Plus loin, vers le sud, on le rencontre surtout à l'état d'îlots (Sainte-Croix-de-Quintillargues), entourés de néocomien redressé et plissé. De nouvelles recherches ne tarderont pas à multiplier le nombre de points où il pourra être observé.

» En résumé, la composition de l'horizon à *Ammonites tenuilobatus* parait être la suivante :

---

(1) Ces premiers résultats ont déjà été annoncés par nous dans une Note adressée au Président de la réunion de la Société géologique, à Digne (septembre 1872).

(2) Loc. cit., *Bull. Soc. géol.*, p. 843.

» 1° *Limite inférieure*, calcaire corallien compact blanc à *Diceras Escheri*, *D. Munsteri*, *Terebratula moravica*, *Cidaris bavarica*, *Nérinées*, *Phasianelles*, etc.

» 2° Calcaire esquilleux, compact plus ou moins dolomique, sans trace de stratification avec *Polypiers*, *Cidaris*, *Apiocrimus*, *Térébratules*, fossiles indéterminables, 100 mètres.

» 3° Calcaire compact, souvent lithographique, bien stratifié en bancs de 15 à 20 centimètres, à *A. subfascicularis*, *A. Lothari*, *A. Staszycii*, *Aptychus*, etc., 100 mètres.

» 4° Calcaire dolomitique, souvent siliceux, en banc épais, à rognons siliceux, avec *Polypiers*, *Térébratules*, *Exogyres*, fossiles peu déterminables, 50 mètres.

» 5° Calcaire marneux ou lithographique, en dalles minces, avec fossiles nombreux non encore déterminés, sauf *A. Lothari*, *A. Staszycii*, 80 à 100 mètres.

» 6° Calcaire marneux ou lithographique, souvent bréchoïde, en dalles, avec *T. diphya*, *A. carachteis*, *A. colubrinus*, etc., 15 à 20 mètres.

» 7° Calcaire marno-schisteux, gris jaunâtre, à *A. Calisto*, *A. occitanicus*, etc., limite supérieure.

» L'épaisseur de ces différentes divisions de l'horizon à *A. tenuilobatus* peut varier beaucoup; mais partout la faune est la même. Les caractères paléontologiques permettront toujours de le distinguer de l'oxfordien, avec lequel il a été confondu, tandis que les caractères lithologiques sont insuffisants, en raison de la grande analogie des roches dans les deux cas.

» Selon M. le professeur de Rouville (1), « l'oxfordien des environs de » Montpellier se compose de trois assises, qui sont de haut en bas : 1° des » marnes grises feuilletées; 2° des calcaires gris bleuâtre, plus ou moins » compacts, en bancs nettement stratifiés; 3° des calcaires gris plus clairs, » massifs devenant quelquefois dolomitiques. Le corallien spathique forme » sa limite supérieure. » L'assise n° 1 correspond à l'horizon de l'*A. transversarius* de l'argovien, et c'est celle que l'on peut confondre avec l'horizon à *A. tenuilobatus*. En effet, les marnes grises feuilletées sont le plus souvent surmontées de calcaire marneux en bancs réguliers, se levant en dalles minces comme les couches n°s 5 et 6 du tableau précédent, mais leur faune est différente. En effet, on y rencontre assez fréquemment les fossiles sui-

(1) *Thèse de Géologie*, 1852, p. 32.

vants : *Ammonites plicatilis*, *A. canaliculatus*, *A. crenatus*, *A. cordatus*, *Pseudodiadema areolatum*, de l'argovien de Suisse.

» La présence dans nos régions de couches jurassiques supérieures est également confirmée par les recherches récentes de notre collaborateur, M. Julien de la Salle, sur le causse de Campestre (Gard). Il s'y trouve, au point indiqué comme corallien par le savant et regretté Emilien Dumas, une série de couches de calcaire marneux en dalles, supérieure à l'oxfordien et contenant : *Exogyra bruntrutana* Th., *Terebratella substriata* Schloth., *Goniomya sulcata* Ag., *Mytilus*, *Arca*, *Astarte*, *Rynchonella*, Ammonites indéterminées.

» Cet ensemble d'espèces fossiles indique en ce point la présence du type *séquanien*, qui paraît y remplacer le type corallien proprement dit, comme l'admettent MM. de Loriol et Tombeck (1). En d'autres points du Larzac se développe dans les mêmes conditions le faciès jurassien à *Scyphia*, d'après une récente recherche de notre collaborateur. Il résulte de ces faits que les étages jurassiques supérieurs peuvent varier dans leurs faciès, suivant les lieux où on les étudie, et qu'on peut les rapporter aux types suivants : 1° *faciès corallien* proprement dit, à Polypiers, correspondant à 1 et 4 du tableau précédent; 2° *faciès séquanien* et à *scyphia*, avec Ammonites rares ; 3° *faciès à céphalopodes*, correspondant à 3 et 5 du tableau précédent.

» Le premier faciès ne dépasse pas, dans le Midi, le parallèle de Ganges; le second paraît le remplacer sur les hauts plateaux de l'Aveyron et du Gard; le troisième paraît s'être développé à une époque plus récente que les deux précédents, et s'être étendu surtout dans la région des basses Cévennes. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Analyse lithologique de la météorite de la Sierra de Chaco. Mode de formation de la logronite;* Note de **M. Stan. Meunier.**

« La roche météoritique, désignée sous le nom de *logronite*, est représentée surtout par deux météorites remarquables par leur identité absolue. La première a été découverte dans la Sierra de Chaco, au Chili, et M. Domeyko en a publié une analyse minéralogique (2). La seconde est tombée à

(1) *Description géologique et paléontologique des étages jurassiens supérieurs de la Haute-Marne*, t. XVI, *Mém. soc. Linn.*, Normandie.

(2) *Voir* le Rapport de M. Ch. Sainte-Claire Deville sur ce travail dans les *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 551.

Barea, Logrono (Espagne), le 4 juillet 1842. Cette roche consiste dans le mélange de silicates magnésiens, plus ou moins voisins du péridot et du pyroxène, avec des grenailles métalliques de fer nickelifé. Minéralogiquement, elle ne diffère donc pas beaucoup de la plupart des météorites, et cependant elle s'en distingue au premier examen par sa structure et ses caractères extérieurs, c'est-à-dire sans doute par son mode de formation.

» Cette circonstance vient de ce qu'une analyse minéralogique n'est pas suffisante pour donner une idée exacte de la roche en question. Pour la connaître, il faut l'étudier en géologue, c'est-à-dire dans ses rapports avec les types connus de roches extra-terrestres. Or, à ce point de vue lithologique, auquel j'ai entrepris de refaire l'étude des principaux types de météorites, la logronite offre un intérêt tout spécial. Elle lie, en effet, par les actions géologiques, dont elle est manifestement le résultat, les météorites purement clastiques aux brèches de filons concrétionnés; en d'autres termes, on constate qu'elle est essentiellement bréchoïde, et sa portion métallique, comme le réseau de fer des météorites filoniennes d'Atacama et de Brahin (1) présente les caractères d'une concrétion.

» Il résulte de là que sa composition lithologique de la logronite est beaucoup plus complexe que sa composition minéralogique, des fragments de roches diverses formées de minéraux analogues s'y trouvant mélangés. Dans le Rapport, cité plus haut, M. Ch. Sainte-Claire Deville semble avoir prévu ce résultat, puisqu'il dit : « Peut-être l'analyse mécanique et microscopique donnerait-elle quelques notions plus précises sur la nature de cette masse lithoïde. »

» Pour étudier la composition lithologique de la logronite, j'ai eu recours, parallèlement à l'analyse chimique de fragments mécaniquement séparés, à l'examen d'échantillons polis appartenant à la chute de la Sierra de Chaco. Les deux échantillons portés, dans les collections du Muséum, au Catalogue 2.Q, sous les n°s 245 et 289, ont surtout fixé mon attention. J'indiquerai séparément les résultats fournis par la portion lithoïde et par la portion métallique.

» *Portion lithoïde.* — La partie lithoïde de la logronite comprend quatre sortes principales de fragments. Tous sont de formes essentiellement irrégulières, arrondies ou au moins émoussées.

» 1° Les plus volumineux, et en même temps les plus nombreux, sont noirâtres et très-cristallins. Ils sont susceptibles d'un très-beau poli, qui

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 588 et 717.

révèle leur nature complexe et leur structure très-remarquable. On constate très-nettement qu'ils consistent dans le mélange de deux substances qui diffèrent entre elles par la couleur et le poli. L'une d'elles constitue comme des îlots souvent très-découpés au milieu de l'autre, et celle-ci n'occupe pas une surface totale plus grande que la première. Pour bien distinguer ces deux substances l'une de l'autre, il est bon d'observer l'échantillon sous une incidence très-grande et dans un jour rasant. Dans toutes deux, on aperçoit de très-petites grenailles métalliques; mais dans l'une le fer est en petits filaments, tandis que dans l'autre il se présente en grains sphéroïdaux excessivement fins. L'analyse chimique d'un fragment de ce premier genre m'a montré qu'il est formé par l'association du péridot ferrifère avec un pyroxène contenant de la chaux.

» 2° La roche qui constitue la deuxième sorte de fragments est grenue et partiellement attaquable aux acides. Ces fragments sont d'un gris verdâtre dans leur région interne, mais toute leur périphérie est noirâtre. On y voit de très-fines grenailles métalliques, surtout abondantes vers cette dernière zone. La portion attaquable de cette roche offre la constitution du péridot, mais le résidu ne m'a pas paru avoir une composition s'accordant absolument avec la formule du pyroxyène. La réaction très-nette de l'alumine pourrait faire penser à la présence de minéraux feldspathiques. D'ailleurs il ne faut pas oublier que les essais n'ont pu être faits que sur de très-petites quantités de matière, et qu'il est très-difficile d'obtenir un triage parfait.

» 3° On remarque tout de suite de gros fragments d'un troisième genre, identiques avec ceux qui ont été signalés dans un travail précédemment cité comme faisant partie du fer filonien de Brahin. Ces fragments sont essentiellement formés de péridot lamellaire, fendillé suivant les plans de clivage, et leurs fissures renferment souvent des filaments longs et déliés de fer nickelé. Comme les précédents, ils sont enveloppés d'une zone noire, riche en très-fines grenailles métalliques.

» 4° Enfin, mais beaucoup plus rarement, on observe des fragments blanchâtres et spathiques, qui m'ont paru très-peu attaquables, et qu'en l'absence d'une analyse complète je suis porté à considérer comme étant de nature pyroxénique. Autour de cette roche blanche se voit aussi la région noirâtre citée plus haut.

» *Portion métallique.* — La partie métallique de la logronite est moins compliquée que la portion pierreuse. Elle se divise, à première vue, en deux sortes de grains.

» 1° Les uns sont relativement volumineux et tout à fait arrondis. On y

reconnaît la présence des deux fers nickelés, désignés sous les noms de kamacite et de tænite, que leur a imposé Reichenbach. Dans quelques points, apparaît le sulfure de fer appelé troïlite, qui se présente en petits grains ronds, résultant vraisemblablement de la section de rognons cylindroïdes. L'analyse chimique indique très-nettement la présence du phosphore, qui est probablement à l'état de schreibersite, ou phosphure double de fer et de magnésium.

» 2° Les autres sont beaucoup plus petits, allongés et reliés entre eux sous une forme ramuleuse. Ils constituent comme le ciment qui relie les divers éléments de la brèche polygénique qui nous occupe. Leur structure, comme on va le voir, les distingue des grains précédents; mais leur composition les en rapproche beaucoup. La kamacite et la tænite en sont les éléments minéralogiques importants, et le soufre et le phosphore que l'analyse y décèle indiquent la présence de la troïlite et de la schreibersite. Ces grenailles allongées sont mêlées, au moins dans certains points, de fer oxydulé, signalé déjà par M. Domeyko.

» *Mode de formation de la logronite.* — Ces divers éléments lithologiques de la logronite n'ont certainement pas une origine commune : il serait absurde de supposer que la roche ait pu se former d'un seul jet avec les caractères complexes qu'elle présente aujourd'hui. Les notions précédemment acquises dans l'étude d'autres météorites polygéniques autorisent à voir dans la masse actuelle une brèche dont le fer nickelé ramuleux constitue le ciment; et cette supposition si naturelle est confirmée par une foule de faits.

» En première ligne doit être cité l'état de la substance métallique. Les grains allongés cités plus haut offrent, par l'expérience de Widmannstætten, une structure tout à fait comparable à celle qu'on observe dans la partie métallique des brèches filoniennes d'Atacama et de Brahin, outre que, comme dans celles-ci, on observe que la substance métallique s'est introduite en filaments fort déliés dans les fissures de certains cristaux empâtés. Dans les grenailles, même les plus petites, les deux alliages sont disposés de la manière la plus régulière, d'après les formes mêmes de chaque grenaille. La kamacite est, en général, en contact avec les grains pierreux ou avec la croûte noire qui les enveloppe. La tænite est en lamelles tantôt parallèles à la périphérie des grenailles, tantôt parallèles entre elles, mais orientées en travers de ces mêmes grenailles.

» Les grosses grenailles arrondies ont une structure un peu différente. A première vue, on remarque que les acides y développent des figures com-

pliquées, en général très-régulières et fort analogues, par exemple, à celles du fer de Caille. La composition totale en est d'ailleurs également très-voisine, car j'y ai trouvé 92 pour 100 de fer et 78 pour 100 de nickel, nombres assez différents de ceux donnés par M. Domeyko pour l'ensemble de grenailles métalliques de la météorite chilienne. Au point de vue de la structure, ces grosses grenailles sont extrêmement instructives. Je ne puis donner ici une idée des diverses figures offertes par les grenailles que j'ai examinées, que des dessins pourraient seuls faire bien comprendre. Je me bornerai à dire que, pour certaines d'entre elles, les choses se passent comme si elles étaient des fragments arrachés à des masses plus volumineuses et amenées dans le conglomérat météoritique, où le fer ramuleux les aurait emportées en même temps que les fragments pierreux.

» A côté des conséquences que fournit l'état du fer dans la météorite de la Sierra de Chaco, il faut remarquer que la présence, dans cette météorite, de fragments irréguliers de roches, différentes les unes des autres, ne peut s'expliquer, d'après les considérations développées ailleurs, que par la conglomération de débris arrachés à des masses diverses ayant entre elles des rapports stratigraphiques antérieurs.

» Les notions maintenant acquises sur le métamorphisme météorique permettent d'apprécier, au moins dans une certaine mesure, les actions qui se sont fait sentir sur ces fragments pierreux; et, à cet égard, remarquons que la zone noire qui enveloppe beaucoup de ces débris n'est pas aussi simple qu'elle paraît à première vue : elle n'est pas identique à elle-même dans toutes ses parties. Une étude très-attentive m'a amené à y voir le résultat de deux réactions toutes différentes. D'abord, autour de certains grains pierreux, tels que ceux décrits ci-dessus sous les n°s 2 et 3, elle est formée par la modification métamorphique des minéraux composant ces grains, conformément aux faits déjà décrits (1). Puis, autour de tous les grains, même de ceux qui présentent d'une manière plus ou moins nette le métamorphisme en question, elle est due, sans aucun doute, à un apport de substances dont l'arrivée est probablement contemporaine de la concrétion du fer, et parmi lesquelles figure le fer oxydulé.

» Ajoutons que la formation de la logronite a été manifestement accompagnée de pressions très-considérables, car certains grains pierreux ont été brisés, puis leurs fragments, un peu écartés les uns des autres, ont

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 771; t. LXXII, p. 339, 452, 508; et t. LXXIII, p. 1284.

été ressoudés par l'émanation métallique : un exemple très-net de cette curieuse action se voit sur l'échantillon 289.

» En terminant cette première étude géologique de la logronite, je signalerai l'analogie de structure que présente cette roche cosmique avec certaines masses terrestres, telles que le grès à cuivre et à argent natif de Corocoro; car cette analogie de structure, indiquant sans doute une ressemblance dans le mode de formation, est peut-être de nature à éclairer certains points de l'histoire de notre propre globe. »

ASTRONOMIE. — M. Le Verrier communique, au nom de divers observateurs, les documents suivants, concernant l'essaim extraordinaire d'étoiles filantes, apparu le 27 novembre :

M. Alby, consul de France, à Port Empédocle (Girgenti, Sicile) :

« Hier soir (27 novembre), après la tombée de la nuit, avec un jeune employé du corps du Génie civil, nous avons compté, de $6^h 25^m$ à $6^h 55^m$ (heure de Rome), c'est-à-dire dans l'espace d'une demi-heure, plus de 700 étoiles filantes. Nous étions tournés, lui vers le midi, et moi vers le levant. Un peu plus tard, de 8 heures à $8^h 31^m$, le nombre total des étoiles filantes observées par nous s'éleva à 2274.

» Le centre d'irradiation nous a paru compris dans un grand cercle dont une ligne tirée d'Orion à Cassiopée peut être indiquée comme le diamètre. La plupart des météores étaient petits; un certain nombre d'entre eux avaient un éclat assez vif, mais aucun ne se distingua par sa grosseur ou par la longueur de son parcours.

» Ce matin (28), vers 2 heures, étant monté sur la terrasse de ma maison, je ne tardai pas à me convaincre que le phénomène avait beaucoup diminué. De $2^h 30^m$ à 3 heures, je ne comptai plus que 16 étoiles filantes. »

M. Barthélemy, professeur au Lycée de Toulouse :

« Hier mercredi 27 novembre, le ciel de Toulouse a été, dès le coucher du Soleil, illuminé par une apparition extraordinaire d'étoiles filantes qui frappait les plus indifférents.

» J'ai observé le phénomène depuis 6 heures jusqu'à 10 heures. Il y avait en moyenne 50 étoiles par minute, sans tenir compte d'une innombrable quantité de petites lueurs.

» Sauf quelques très-rares exceptions, elles avaient toutes la même direction, qui était : en regardant vers l'est, de l'œil du Taureau au baudrier d'Orion; en regardant vers l'ouest, elles étaient parallèles à une ligne qui irait de la grande branche du Cygne à l'espace compris entre Altaïr et Véga de la Lyre. »

M. Baudrimont, à Bordeaux, constate l'apparition du phénomène :

« Ses devoirs de professeur l'ont empêché d'observer. Le préparateur de son cours, M. Belloc, a compté, de 6 heures à $6^h 15^m$, 226 étoiles se dirigeant vers le sud, tandis qu'une autre personne en comptait 127 allant de l'ouest à l'est. »

M. Bessière, à Cambeyrac (Lot) :

« Hier, vers les $10^h 30^m$, nous avons eu une véritable averse d'étoiles filantes. Quelques-unes se faisaient remarquer par l'éclat et l'étendue de leur lumière.

» A 10 heures, le phénomène était encore dans toute sa beauté. »

M. Bourdeau, à Pau :

« En moins d'une heure, de $6^h 30^m$ à $7^h 30^m$, j'ai compté 1250 étoiles filantes; suivant la proportion évaluée ensuite par quart d'heure, le passage n'a pas faibli jusqu'à $10^h 30^m$, où il ne m'a plus été possible de continuer l'observation. Mais plusieurs personnes m'ont assuré que le phénomène s'était prolongé fort avant dans la nuit. Les nombres que je vous cite donneraient, pour un seul observateur et en un intervalle de quatre heures, 5000 étoiles. Comme l'abondance était à peu près égale dans quelque direction que le regard se portât, huit observateurs, qui se seraient partagé la voûte céleste pour l'explorer en entier, auraient pu constater, en moins de quatre heures, un total de 40000 étoiles et peut-être, pour l'ensemble de la nuit, de 150000.

» Le centre d'irradiation était dans Persée. Je n'ai pas remarqué de directions divergentes. Les étoiles traversaient l'atmosphère avec une vitesse uniforme, et leur immersion ne variait guère en durée. Quelques-unes seulement (3 à 4 pour 100 environ) pénétraient plus avant dans les couches aériennes, restaient un peu plus longtemps visibles, et marquaient leur passage par des traînées d'étincelles. La continuité des apparitions avait quelque chose de frappant. Le regard pouvait les attendre, sûr de les voir se produire à des intervalles rapprochés, et suivre dans une région déterminée du ciel des directions parallèles. »

M. Philippe Breton, ingénieur en chef à Grenoble, écrit à M. Wolf :

« Nous avons eu hier soir une averse d'étoiles filantes. Avec de bons yeux on les comptait par dizaines dans chaque minute. Le point radiant était entre Cassiopée et le carré de Pégase. Entre 7 et 8 heures du soir, deux enfants en ont compté cinq cents en dix minutes. Une personne en a compté cinq cents en un quart d'heure.

» Les apparitions sont devenues nombreuses dès la tombée de la nuit; elles avaient déjà été fréquentes dans la soirée du 26. »

M. Courtois, à Muges (Lot-et-Garonne), a vu le commencement de l'averse dès 5 heures du soir. Plus tard le firmament était sillonné par d'innombrables étoiles filantes qui paraissaient rayonner autour d'Algol. Quelques-unes avaient l'éclat d'étoiles de 3e grandeur. Vers $10^h 30^m$ et 11 heures le nombre des météores paraissait bien diminué. Des hommes dignes de foi affirment avoir vu à $7^h 30^m$ du soir une gigantesque étoile filante, un bolide, qui a éclaté vers le nord en produisant de nombreuses étincelles et laissant une traînée lumineuse qui aurait persisté pendant un quart d'heure.

M. Cruzel, à Vergnassade, près Monclar (Lot-et-Garonne), a vu, vers $5^h 30^m$, des étoiles filantes d'éclat différent paraître à des intervalles rapprochés :

« Vers chaque tiers de l'hémisphère au centre duquel j'étais, dit M. Cruzel, je constatai que, durant les deux premières heures, les étoiles avaient filé à raison de *une* par seconde, sans compter que, souvent, il en apparaissait trois, quatre, cinq et six à la fois.

» Pendant l'heure qui suivit, la chute fut un peu moindre. Je n'en comptai plus que *trois cents* en moyenne de 9 à 11 heures. Le nombre diminuant toujours proportionnellement au temps écoulé, il était arrivé, vers 4 heures du matin, à un chiffre assez faible, une, rarement deux étoiles toutes les trois minutes. Après les trois premières heures, le jet d'étoiles n'arrivait que par intermittences *irrégulières*.

» Il y avait plusieurs points radiants qui se trouvaient placés, à partir du zénith, sur une surface d'à peu près 45 degrés de rayon, les plus nombreux voisins du centre. Ceux d'où il jaillissait le plus d'étoiles se trouvaient vers Cassiopée, Persée, le Bélier, le carré de Pégase, la Baleine.

» La trajectoire de tous ces corps lumineux, dont quelques-uns avec traînée, allait de 3 à 40 degrés, et suivait assez régulièrement la ligne la plus rapprochée de l'horizon correspondant. Quelquefois pourtant les directions étaient dans tous les sens. Très-rarement les étoiles filantes s'éteignaient à moins de 20 degrés au-dessus de l'horizon. »

M. Denza, Directeur de l'Observatoire de Moncalieri (Turin), télégraphie le 28 novembre au matin :

« Hier soir, grande averse d'étoiles filantes, 33000 en six heures et demie; aurore boréale. »

M. Denza adresse en outre les explications suivantes :

« Une grande pluie de météores lumineux, jusqu'à présent inouïe dans nos contrées, a été admirée hier au soir ici, à Moncalieri, et je suis bien sûr qu'elle doit avoir été observée aussi en beaucoup d'autres endroits, vu sa singulière importance.

» Commencée à l'approche de la nuit, la chute des étoiles resta visible jusqu'à minuit et elle aura sans doute continué même ensuite, mais le brouillard nous empêcha de suivre plus longuement l'observation.

» Trente-trois mille quatre cents (33400) météores furent ici comptés pendant six heures et demie (depuis 6 heures jusqu'à minuit et demi) par quatre observateurs. Cependant ce chiffre ne représente que très-incomplétement la vraie affluence météorique; car dans les premières heures du soir et surtout dans celles du plus grand flux, qui fut vers 8 heures, dans quelques régions du ciel, c'était une véritable pluie de feu, tout à fait semblable à celles que l'on voit dans les feux d'artifices à l'explosion des *grenades;* celle-ci pourtant était continuelle, et les lignes de feux tombaient presque verticalement en foule et en ondées, plus minces et plus calmes. Ainsi l'on ne pouvait tenir note que des plus remarquables. Dans ce temps nos observateurs comptaient, en moyenne, quatre cents météores chaque minute et demie.

» Toutes les admirables et gracieuses figures que nous voyons tracées sur la voûte du ciel lors des grandes pluies météoriques de novembre, toutes vinrent charmer nos regards. De nombreux météores aux couleurs délicates et variées, plusieurs autres suivis de longues et brillantes traînées, un grand nombre de globes d'éblouissante lumière, quelques-uns du diamètre lunaire à peu près; des nuages transparents et luisants, qui çà et là en mille manières, se rompant dans l'atmosphère, s'ouvraient en faisceaux de rayons aux formes les plus vagues et bizarres. Quelques-uns de ces nuages s'arrêtaient de temps en temps dans la voûte céleste et se montraient encore pendant quelque temps; et il y en eut un qui, parti

à 6h 35m, entre Persée et le Cocher, ne se dissipa qu'à 6h 56m, c'est-à-dire après 21 minutes.

» Enfin l'aspect général du phénomène était celui d'un nuage cosmique qui, en rencontrant notre atmosphère, s'est ouvert et dissipé.

» La position du radiant, que je suis en train de déterminer soigneusement, et qui se trouve près γ d'Andromède, et l'époque de l'apparition nous portent à croire que le nuage ou courant météorique que nous avons traversé est le même qui se montre chaque année dans ces jours-ci, mais avec une bien moindre intensité. C'est le même qui, vu par Brandes le 7 décembre 1798, et ensuite observé de nouveau le même jour en 1830 par l'abbé Raillard, et ensuite en 1858 par Herrik et Flangergues, plus tard fut étudié par Fleis à Münster, et en 1867 fut reconnu par Zerioli à Bergamou. Maintenant son point de rencontre avec l'orbite de la Terre aurait lieu le 27-28 novembre.

» Or, par de très-probables calculs, il résulte que ce courant météorique suit la même orbite que la célèbre comète de Biela, dont on attendait en effet le passage cette année au mois d'octobre, et qui jusqu'à présent a été vainement recherchée par les astronomes. Par conséquent, rien de plus probable que le grand nuage météorique qui nous donna la pluie d'hier ne dérive d'une partie de cet astre troublé et dissous. Et il faut remarquer que, hier, l'orbite de la Terre rencontra celle de la comète à 66 degrés de longitude à peu près.

» Une belle aurore polaire fut admirée en même temps à Moncalieri, depuis 6h 10m à 8 heures environ. Son *maximum* d'intensité fut vers 7 heures; à cette heure le ciel de N.N.O. à N.E. était chargé d'une vive couleur rouge. Ensuite il resta toujours luisant et clair surtout de O.S.O. au N. D'ailleurs ce phénomène accompagne souvent les grandes apparitions d'étoiles filantes et donne lieu à beaucoup d'hypothèses et de conjectures.

» *P. S.* Je viens de recevoir des nouvelle de Turin, Bra, Dogliani, Mondovi en Piémont, ainsi que du P. Secchi à Rome et de S. Exc. le Prince de Lampedusa à Palerme. Tous me confirment la grande apparition dans ces régions.

» A Naples, le professeur de Gasparis comptait 2 météores par seconde à peu près. A Matère (Provinces méridionales), le professeur Vito-Cuzenio a observé avec trois aides 38 513 météores de 6 heures à minuit. A Mondovi, le professeur Bruno a enregistré 30 881 étoiles de 6h 18m à 2h 15m du matin.

» Dans toutes les stations le *maximum* a été observé entre 8 et 9 heures, et le radiant a été trouvé en Andromède. »

M. le Dr Fines, à Perpignan :

« Il est 10 heures, et pendant près d'une heure je viens d'admirer une magnifique pluie d'étoiles filantes qui sillonnent le ciel en paraissant rayonner autour de Cassiopée.

» Le nombre en est très-considérable, et je les ai vues partir trois et quatre à la fois. »

M. A. de Gasparis, Directeur de l'Observatoire de Naples :

« Hier au soir 27, vers 7 heures, nous avons remarqué une pluie très-nombreuse d'étoiles filantes. On en comptait 2 au moins par seconde. Le radiant, très-bien accusé, était près de γ Andromède, ayant la position $\alpha = 23°$, $\delta = +43°$. Les météores remarquables étaient en proportion d'un sixième. Il était vraiment merveilleux d'en voir jaillir 4 ou 5 ensemble au même lieu du ciel et suivre des routes presque parallèles.

» Le phénomène s'est maintenu avec la même intensité jusqu'à 9 heures du soir. Ce

matin, à 3 heures, on en voyait encore quelques-unes, et à 4 heures le phénomène était fini. Après 9 heures, les observations étaient interrompues par le temps devenu mauvais. »

M. Georgin, Directeur de l'École normale de Grenoble, écrit :

« Dans la nuit du 27 au 28, le ciel était littéralement sillonné d'étoiles filantes. Une première observation d'une durée de cinq minutes, faite de $8^h\ 15^m$ à $8^h\ 20^m$, a permis de relever 663 étoiles. A 9 heures, en cinq minutes également, on a constaté 466 apparitions. A $9^h\ 10^m$, on n'en a plus compté en cinq minutes que 396. »

M. Giraud, Directeur de l'École normale d'Avignon :

« *Pluie d'étoiles filantes.* — Le 27 novembre, à $6^h\ 40^m$ du soir, de nombreuses étoiles filantes sillonnaient le ciel, partant de Persée ou des environs et se dirigeaient vers tous les points de l'horizon ; les météores se suivaient sans interruption : j'avais de la peine à les compter. De $6^h\ 45^m$ à $6^h\ 50^m$, c'est-à-dire dans cinq minutes, nous avons, avec les élèves, compté 162 étoiles filantes. Si notre vue avait pu embrasser tout l'horizon, nous en eussions observé plus de 1000. A $6^h\ 50^m$, le ciel s'est subitement couvert de brouillards et de nuages. A $7^h\ 20^m$, les nuages s'étant dissipés, nous avons repris nos observations. C'est alors que nous avons été témoins d'une véritable *pluie* d'étoiles filantes : on aurait dit un interminable bouquet d'artifice; il nous était impossible de compter les astéroïdes ; il en partait à la fois de tous les points du ciel que nous pouvions découvrir, mais particulièrement de la constellation de Persée. Jamais, depuis que j'observe ces météores, en août et en novembre, je n'avais vu pareil spectacle.

» Le passage de l'essaim de novembre aurait-il eu lieu cette année plus tard que les années précédentes, ou bien cette pluie d'astéroïdes constituerait-elle un essaim particulier, différent de celui des 12, 13 et 14 de ce mois? Quoi qu'il en soit, je suis d'avis qu'à l'avenir il soit fait deux observations en novembre : la première pendant la nuit du 13 au 14, et la seconde pendant celle du 27 au 28. »

M. Kina, maire de Gréasque, Bouches-du-Rhône :

« Le 27, de 7 à 9 heures du soir, étoiles filantes innombrables sur tous les points du ciel. Le 29, de 10 heures à 11 heures du soir, étoiles filantes par intervalles. »

M. Justin Landes signale le phénomène à Sarlat. Il a commencé dès la chute du jour :

« Le nombre des étoiles filantes, dit M. Landes, ne fit qu'augmenter à mesure qu'on s'avança dans la nuit. Il était si grand, que j'ai dû renoncer à les compter. Elles pleuvaient de toute la surface du ciel que mon œil pouvait embrasser. Quelques-unes des étoiles traçaient des courbes, laissant après elles une traînée; le plus grand nombre descendaient perpendiculairement. Elles étaient blanches, et de petite et moyenne grandeur en général. Une seule, rouge et de la première grandeur, produisit en éclatant une vive lumière sur mon voisinage.

» A $10^h\ 30^m$, le nombre commença à diminuer. La dernière étoile que j'aie vu tomber, à minuit, venait des Pléiades. A cette heure, le ciel s'est couvert. J'ajouterai que, durant le phénomène, on remarquait à l'est une lumière aurorale. »

M. Lemosy, à Mâcon :

« Hier soir, 27 novembre, nous avons assisté à une pluie d'étoiles filantes, d'une intensité extraordinaire, et qui peut rivaliser avec la grande apparition du mois de novembre 1833.

» Avec M. Puvis, nous essayâmes de compter les astéroïdes; bien que le ciel fût en ce moment à moitié couvert par les nuages, nous comptâmes plus de *mille* étoiles filantes en trente-cinq minutes; et combien nous avaient échappé! Nous dûmes bientôt renoncer à faire ce dénombrement, car, le ciel s'étant éclairci vers 8 heures, les étoiles filantes pleuvaient dans toutes les parties du ciel.

» Un professeur de l'École normale nous apprit que le phénomène avait été encore plus brillant de 6 heures à 7 heures. A $6^h 30^m$, ayant fixé le groupe des Pléiades, il vit paraître autour de ce groupe 104 astéroïdes dans l'espace d'une minute et demie.

» De 8 heures à 9 heures, l'averse a continué sans interruption; on voyait jusqu'à 20, 25, 30 étoiles à la fois! C'est donc *par milliers* qu'il faut compter les étoiles filantes qui ont paru hier au soir.

» A 9 heures, le vent du sud-ouest, qui soufflait avec une assez grande intensité, chassa de gros nuages noirs jusqu'à 10 heures environ. Dans les éclaircies et à travers les nuages légers, de brillantes étoiles filantes continuaient à se montrer.

» A $10^h 30^m$ le ciel s'éclaircit complétement. En ce moment l'intensité de l'averse nous parut un peu diminuée. A partir de $10^h 45^m$, nous pûmes compter les astéroïdes qui paraissaient pendant chaque quart d'heure. Le tableau suivant vous fera voir avec quelle rapidité cette décroissance a eu lieu :

De	$10^h 45^m$	à	$11^h 00^m$	ont paru	155	étoiles filantes.
	11 00	»	11 15	»	97	»
	11 15	»	11 30	»	85	»
	11 30	»	11 45	»	57	»
	11 45	»	12 00	»	41	»
	12 00	»	12 15	»	43	»
	12 15	»	12 30	»	37	»
	12 30	»	12 45	»	23	»
	12 45	»	13 00	»	15	»

» A 1 heure du matin, l'averse pouvait être considérée comme terminée.

» Toutes ces étoiles filantes rayonnaient d'un même point du ciel. Pendant toute la durée de l'observation, ce point radiant est resté le même. Les étoiles apparaissaient tellement nombreuses, qu'il nous a été très-facile de fixer la position du centre de radiation. Il se trouvait dans l'espace du ciel compris entre les constellations de Persée, Cassiopée et Andromède, et plus spécialement au point qui a à peu près pour coordonnées $\mathcal{A} = 30$ degrés, $\mathcal{D} = 40$ degrés; c'est-à-dire dans le voisinage des étoiles 51 et 54 d'Andromède.

» Parmi ces nombreux astéroïdes, nous n'avons pas vu de bolides; sauf cependant un globe filant rougeâtre, de 5 ou 6 minutes de diamètre, qui, à $10^h 15^m$, est parti sur Procyon, et, descendant vers l'horizon sans aucune traînée, a disparu derrière le toit d'une maison.

» Nous avons observé beaucoup de belles étoiles, mais la grande majorité de ces dernières étaient de la deuxième grandeur; elles décrivaient d'assez courtes trajectoires, géné-

ralement 5 ou 6 degrés, toutes avec des traînées. Avant de disparaître, elles semblaient s'user et se résoudre en poussière lumineuse. L'une d'elles n'a pas montré de noyau sensible, mais ressemblait à un petit nuage phosphorescent.

» En outre, un très-grand nombre de très-petites étoiles, parcourant de très-courtes trajectoires, ou brillant sur place, mouchetaient le ciel de tous côtés.

» Nous avons donc observé un phénomène qui, j'en suis sûr, fera époque dans l'histoire des sciences. Le point radiant de cet essaim était presque le même que celui de l'essaim du mois d'août. »

M. Mohn, directeur de l'Observatoire météorologique de Christiania :

« Hier soir 27, à $8^h 30^m$, M. Fearnley, directeur de l'Observatoire astronomique, M. Rubenson, directeur de l'Institut météorologique de Suède, qui se trouve ici présent, M. Pihl et plusieurs autres, avons observé une apparition d'étoiles filantes assez intermittente. De $8^h 25^m$ jusqu'à $9^h 3^m$ (temps moyen de Christiania) nous avons compté 660 étoiles filantes. Cependant l'air n'était pas très-clair, et l'observation fut terminée à $9^h 3^m$, à cause des nuages couvrant le ciel. Lorsque l'air était parfaitement serein, ce qui n'était le cas que pendant quelques minutes, nous avons compté 100 étoiles filantes en quatre minutes. Nous avons trouvé le point de radiation comme suit :

	α	δ	
Au commencement de l'apparition.. .	27°	45°	(M. Mohn)
Plus tard........................	25	47	(M. Rubenson)

» M. Fearnley donne $\alpha = 27°$, $\delta = 43°$ comme le centre d'un rayon de 3 degrés environ, d'où les orbites des étoiles filantes semblaient émaner.

» D'après M. Fearnley, *cette radiation appartient à la comète de Biela*. »

M. Rey de Morande, inspecteur des lignes télégraphiques à Bourg :

« L'averse d'étoiles filantes qui a été vue à Lyon le 27 novembre existait dès 5 heures du soir, lorsque les premières étoiles ont commencé à scintiller sur un ciel dépouillé, par le vent, de toutes brumes. Elle a été observée à Bourg dans des conditions analogues, mais moins favorables. Ces milliers d'étoiles filantes semblaient rayonner d'un point situé non loin du zénith et descendre verticalement, comme une fusée, en laissant derrière elles une traînée lumineuse qui persistait pendant plusieurs secondes. On ne dit pas cependant qu'aucune d'elles soit tombée à terre ou ait donné lieu à une détonation. Vers 9 heures du soir, le phénomène a diminué d'intensité sans cesser complétement. »

M. Roch, ancien professeur de physique à Metz, aujourd'hui curé de Bertignat, Puy-de-Dôme :

« Ce soir 27, depuis $6^h 30^m$, nous observons une pluie inimaginable d'étoiles filantes, parsemée de quelques bolides à traînées lumineuses, aux diverses couleurs.

» Toutes les étoiles semblent émerger d'un point central situé entre Cassiopée et le Triangle, à peu près à égale distance de ces deux constellations. La trajectoire est quelquefois sinueuse.

» A $8^h 30^m$, les apparences sont les mêmes. »

M. Lespiault, à Bordeaux, télégraphie dès le 27 au soir : « Pluie d'étoiles et de bolides venant de γ d'Andromède. » Une lettre du 28 donne les détails suivants :

« Hier mercredi, 27 novembre, à 7 heures du soir, je vous adressais un télégramme annonçant une magnifique pluie d'étoiles filantes venant de γ d'Andromède. Il était trop tard pour organiser des observations régulières. J'ai dû me borner à observer la durée du phénomène et à déterminer le point radiant avec toute l'exactitude possible.

» L'apparition avait commencé avant la nuit. Entre 6 et 7 heures, elle était dans tout son éclat. Un ciel très-pur laissait apercevoir les plus faibles météores. On pouvait en évaluer le nombre à cent environ par minute, et c'est aussi le nombre que l'on constatait à la même heure à Nérac, d'après un télégramme qui me parvenait à $7^h 20^m$. Jusqu'à $9^h 30^m$ du soir l'intensité du phénomène est à peu près la même. Des rayons se sont alors élevés de l'horizon et ont obscurci une partie du ciel. Jusqu'à minuit il n'y a plus eu que des éclaircies plus ou moins étendues; mais, à travers ces éclaircies, on apercevait toujours un nombre d'étoiles assez considérable pour laisser croire que la pluie continuait à peu près aussi abondante. A 1 heure de la nuit, le ciel était absolument couvert; à 3 heures, on apercevait quelques constellations, mais il ne paraissait que peu ou point de météores. A 5 heures, il pleuvait.

» La presque totalité des étoiles étaient blanches, brillantes et lentes. Nombre d'entre elles laissaient des traînées persistantes; j'ai observé quelques-unes de ces traînées, qui ne disparaissaient qu'au bout de dix à quinze minutes, après s'être déformées et légèrement déplacées sur le ciel. Le point radiant était facile à déterminer avec exactitude. Beaucoup d'étoiles étaient simultanées, et les origines de leurs trajectoires formaient un polygone dont le point central était constamment très-voisin de γ d'Andromède. Les météores les plus rapprochés de cette étoile, météores dont la course était lente et courte, conformément aux lois de la perspective, étaient les plus propres à donner avec précision le point radiant. Ils m'ont fait adopter un point à peu près équidistant de γ et de 50 d'Andromède. C'est presque identiquement le radiant trouvé par notre collaborateur M. Glotin, dont je vous envoie le dessin.

	Æ.	D. P. B.
Point radiant, d'après M. Glotin...........	29°	43°
» d'après M. Lespiault.........	28	44

» Le 30, M. Lespiault annonce que son frère a observé l'essaim à Nérac. De 6 heures à 10 heures, le phénomène s'y est montré avec la même intensité. Quelques personnes y ont encore aperçu l'essaim avant le lever du Soleil.

» Le 28 au soir, par un temps très-clair, on ne voyait à Nérac aucune étoile filante; il en était de même à Bordeaux. »

M. Roussanne, à Bordeaux :

« Nous avons eu hier soir une pluie d'étoiles filantes. De $6^h 45^m$ à 7 heures, j'ai pu en compter plus de 300 dans une bande limitée du ciel; c'étaient exclusivement des Perséides.

» A 8 heures, 9 heures, 10 heures et 11 heures, même fréquence dans les apparitions.

» Ce matin à 4 heures je me suis mis en observation; mais il ne m'a pas été possible d'en voir une seule. Il est vrai que le ciel était voilé. »

M. Sclafer, à Bordeaux :

« Hier soir 27, à $5^h 45^m$, grande pluie d'étoiles filantes. Le phénomène va en s'accentuant de plus en plus; à $6^h 30^m$, c'est une pluie de feu. »

M. l'abbé Vallet, professeur de géologie au grand séminaire de Chambéry (Savoie) :

« Dans la nuit du 27 au 28 novembre, la sérénité du ciel, entre 9 heures et minuit, m'a permis d'observer le brillant essaim d'étoiles filantes qui traversait, ce jour-là, les régions supérieures de notre atmosphère.

» 1° *Nombre par minute.* — Le nombre d'étoiles par minute, sur une bande d'environ 45 degrés, s'élevait parfois jusqu'à 20 ; à certains moments, je n'en comptais que 4 ou 5; la moyenne peut être évaluée à 12 par minute, ce qui porterait à plus de 2000 le nombre de ces météores en trois heures d'observation. Entre 10 heures et 11 heures, la belle constellation d'Orion a été traversée, dans le sens vertical, par plus de 100 étoiles qui semblaient se détacher de la région du *Taureau* pour aller s'éteindre dans celle du *Lièvre* et du *Grand-Chien*.

» 2° *Direction.* — La direction générale des trajectoires était N.O. — S.E. et N.E. — S.O. L'origine des jets lumineux se trouvait le plus souvent dans les constellations zodiacales des *Poissons*, du *Bélier*, du *Taureau*, des *Gémeaux*, et leur point de convergence dans la constellation de *Persée*. J'ai remarqué plusieurs de ces étoiles qui m'ont paru se dévier brusquement à l'Est avant de s'éteindre et se terminer en crochet, et trois ou quatre de première grandeur, dont la trajectoire allait de la tête du Taureau au carré de Pégase, direction presque perpendiculaire à celle de l'ensemble. A part ces quelques exceptions, tous ces météores semblaient, par un effet de perspective, tomber verticalement à peu près comme des fusées d'un feu d'artifice.

» 3° *Grandeur.* — Un certain nombre se présentaient sous la forme de très-minces filets phosphorescents et presque toujours sinueux. D'autres plus brillantes descendaient en ligne droite sans variation d'éclat; mais la plupart se dilataient en tombant, projetaient parfois de brillantes étincelles sur leurs bords, et se terminaient, à la manière des bolides, par des renflements en fuseaux d'un rouge violacé.

» A minuit, j'ai cessé mes observations, après avoir constaté pendant la dernière demi-heure un affaiblissement très-sensible dans l'intensité du phénomène. »

M. Venner, Directeur de l'École normale de Tarbes :

« Le 27, vers $6^h 30^m$ du soir, jusque vers 10 heures, il y a eu des étoiles filantes en nombre très-considérable, et se dirigeant vers tous les points du ciel. »

M. Zurcher, capitaine de port à Toulon, adresse une Note de M. Dourdain, chef-guetteur au sémaphore de l'île Pourègue, Marseille :

« Hier 27 novembre, de $6^h 30^m$ à $7^h 30^m$ du soir, j'ai observé une vraie pluie d'étoiles filantes. Le ciel était très-clair et l'horizon chargé. Les étoiles filaient presque sans interruption. Il était impossible de les compter. Quelquefois elles partaient quatre et cinq ensemble. Elles allaient presque toutes vers le nord, au moins les neuf dixièmes, et cette pluie a duré pendant une heure, le ciel restant clair. A $7^h 30^m$, de gros nuages noirs sont montés du sud-est, et il a été impossible de préciser l'heure de la fin. »

M. **Malinowski** adresse de Cahors, sur le même sujet, une Communication dont nous extrayons ce qui suit :

« Une pluie d'étoiles a été observée à Cahors, le 27 novembre. A 6 heures du soir, les étoiles filantes sillonnaient toutes les régions du ciel; on distinguait encore quelques traînées lumineuses vers 11 heures.

» Ces fusées naturelles semblaient partir de toutes les régions du ciel et se dirigeaient dans tous les sens. Beaucoup se présentaient dans le voisinage de la Grande et de la Petite-Ourse, mais plusieurs ont paru aussi vers la constellation d'Orion et vers la partie équatoriale du ciel. Quelques-unes avaient une lumière jaune, comme les astres ordinaires, mais les autres, plus remarquables, apparaissaient comme des bolides, avec une lumière éclatante et bleuâtre. Ces corps se divisaient dans l'air en petites étincelles et disparaissaient complétement après avoir parcouru une ligne courbe parabolique plus ou moins longue.

» Aucun bruit n'a été entendu à Cahors pendant toute la durée de cette apparition lumineuse. »

M. **Champouillon** adresse une Note sur les effets produits par le borax et le silicate de potasse sur les trempes de malt. Les résultats conformes à ceux que M. Dumas a signalés ne lui ont rien fourni, il le regrette, qui permît d'utiliser ces sels pour la conservation des extraits de malt destinés aux usages thérapeutiques.

M. **Sacc** adresse une Note relative à la matière colorante de la carotte rouge.

Cette matière, très-peu abondante dans la carotte (1 pour 1000 environ), insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, plus soluble dans l'éther, se dissout en toutes proportions dans les huiles grasses ou essentielles, ainsi que dans le sulfure de carbone; elle paraît à peu près identique à la bixine.

M. **Rœnler** adresse une Note relative à un procédé de retournement des dessins, pour la gravure.

Le procédé consiste à élever, entre le dessin et le bois à graver ou la planche de cuivre, une glace verticale : en regardant la planche à travers cette glace, on voit sur la planche le dessin retourné. Il suffit alors de suivre avec le crayon les traits de l'image; on entaille ensuite les traits avec le burin. Un procédé analogue est applicable au moulage en relief, que l'on peut ainsi copier sur la nature elle-même.

M. **Prunières** adresse une lettre relative à des recherches faites dans le lac Saint-Andéol (Lozère), desquelles il résulte que les restes des con-

structions lacustres, qui avaient été attribuées à l'homme, sont l'œuvre des castors.

Ces rongeurs auraient vécu en société sur les montagnes voisines, à une époque inconnue, comme ils vivent encore dans quelques solitudes de l'Amérique du Nord. Les stratifications d'objets de toute nature, qu'on peut trouver dans le lac Saint-Andéol, s'expliqueraient par la coutume d'une fête bizarre, qui se célèbre annuellement sur les bords du lac depuis les temps les plus reculés.

Mlle Maria Chenu adresse deux Notes, sur « les fonctions du grand sympathique » et sur une « Méthode pour l'observation du système nerveux ganglionnaire ».

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1872.

Annales de l'Agriculture française; octobre et novembre 1872; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 10, 1872; in-4°.

Annales du Génie civil; novembre 1872; in-8°.

Annales industrielles; n°s 18 à 22, 1872; in-4°.

Annales médico-psychologiques; novembre 1872; in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 19 à 27, 1869; feuilles 1 à 8, 1870; feuilles 1 à 9, 1871; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^os^ des 3, 10, 17, 24 novembre 1872; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 179, 1872; in-8°.

British medical journal, n^os^ des 2, 23 et 30 novembre 1872; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n°s 9-10, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus n° 4, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 1er et 2e trimestres, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; novembre 1872; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; juillet et août 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 19 à 24, 1872; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; mars 1871; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 30 novembre 1872; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 10, 1872; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; n°s 69 à 71, 1872; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 11, 1872; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 9, 1872; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 19 à 22, 2e semestre 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 40 à 43, 1872; in-4°.

Écho médical et pharmaceutique belge; n° 11, 1872; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 127 à 140, 1872; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 44 à 48, 1872; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; septembre et octobre 1872; in-8°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 3e trimestre, 1872; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; juin à août 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 44 à 48, 1872; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 186 à 190, 1872; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; n°s 21, 22, 1872; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre 1872; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; novembre 1872; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n°s 20 à 22, 1872; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 30 à 33, 1872; in-folio.

Journal de Zoologie; t. I, n° 5; 1872; in-8°.

Journal de Physique théorique et appliquée; n°s 10 et 11, 1872; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 21 à 23; 1872; in-8°.

La Revue scientifique; n°s 18 à 22, 1872; in-4°.

L'Abeille médicale; n°s 45 à 49, 1872; in-4°.

L'Aéronaute; novembre 1872; in-8°.

L'Art dentaire; novembre 1872; in-8°.

L'Art médical; novembre 1872; in-8°.

L'Imprimerie; septembre 1872; in-4°.

Le Gaz; n° 5, 1872; in-4°.

Le Messager agricole; n° du 10 novembre 1872; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 21, 22, 1872; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; novembre 1872; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 9 à 13, 1872; in-8°.

Magasin pittoresque; novembre 1872; in-4°.

Marseille médical; n° 11, 1872; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de' l'homme; juin et juillet 1872; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; août 1872; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 9, 1872; in-8°.

Montpellier médical.... Journal mensuel de Médecine; n° 5, 1872; in-8°.

Nature; n° 158, 160, 1872; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; novembre 1872; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; octobre 1872; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; novembre 1872; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; novembre 1872; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 21 à 23, 1872; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 44; 4e année, n°s 1 et 2, 1872; in-8°.

Revue maritime et coloniale; novembre 1872; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; novembre 1872; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 17 et 18, 1872; in-8°.

The Food Journal; n° 34, 1872; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute; octobre et novembre 1872; in-8°.

The Mechanic's Magazine; n^{os} des 9, 16, 30 novembre 1872; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 novembre 1872.)

Page 1379, ligne 16, *au lieu de* Colin, *lisez* Cohn.